



Universidade de Aveiro Departamento de Geociências
2005

**Maria Emília
Morais Carrabau**

Síntese e Análise Integrada dos Estudos Efectuados Sobre Recursos Naturais da Região da Ria de Aveiro





Universidade de Aveiro Departamento de Geociências
2005

**Maria Emília
Morais Carrabau**

Síntese e Análise Integrada dos Estudos Efectuados Sobre Recursos Naturais da Região da Ria de Aveiro

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Minerais e Rochas Industriais, realizada sob a orientação científica do Prof. Doutor Celso de Sousa Figueiredo Gomes, Professor Catedrático do Departamento de Geociências da Universidade de Aveiro e do Prof. Doutor Fernando Joaquim Fernandes Tavares Rocha, Professor Catedrático do Departamento de Geociências da Universidade de Aveiro



Universidade de Aveiro Departamento de Geociências
2005

O Júri

Presidente

Doutor **Manuel João Senos Matias**, Professor Catedrático da Universidade de Aveiro.

Vogais

Doutor **Fernando Joaquim Fernandes Tavares rocha**, Professor Catedrático da Universidade de Aveiro (Orientador).

Doutor **Celso de Sousa Figueiredo Gomes**, Professor Catedrático Aposentado da Universidade de Aveiro (Co-orientador).

Doutor **Iuliu Bobos Radu**. Professor Auxiliar da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto.

*Às minhas filhas
Mariana e Manuela...
A minha gratidão a Deus por estarem presentes na minha vida*



Agradecimentos

A elaboração da presente dissertação não teria sido possível sem a ajuda de diversas pessoas, que de uma forma ou outra, contribuíram para que chegasse a bom termo e, a todos eles desejo dar o devido agradecimento.

Ao Professor Doutor Fernando Joaquim Fernandes Tavares Rocha pela orientação, revisão final deste documento, pela cedência de bibliografia, pelo rigor científico com que me orientou e por todo o apoio prestado.

Ao Professor Doutor Celso de Sousa Figueiredo Gomes, co-orientador desta dissertação, quero expressar o sincero reconhecimento e gratidão pelo acompanhamento constante, incentivo, apoio e compreensão demonstrados ao longo de todo este trabalho.

À Mestre Susana Conceição pelo apoio e ajuda criteriosa na fase conclusiva desta dissertação.

Aos meus amigos, alguns estando em países distantes, que me ajudaram e sempre estiveram presentes e, sobretudo, à Dr. Teresa Reis que sempre me acompanhou e me motivou nos momentos mais difíceis, sem o seu apoio teria sido difícil a concretização deste trabalho.

Quero ainda agradecer aos meus pais por todo o apoio prestado ao longo de toda a minha vida e por colaborarem comigo noutros trabalhos para que eu pudesse realizar esta dissertação.

Ao meu marido, Carlos, por todo o amor e ajuda prestada na pesquisa de alguma informação e reconhecimento da área em estudo. Com o seu optimismo não me deixou desanimar nos momentos mais críticos.

Finalmente, e não menos importante, às minhas filhas, Mariana e Manuela, que me acompanharam em algumas visitas realizadas, agradeço o permanente apoio facultado desde o início, e a acrescida compreensão da minha pouca disponibilidade na fase final, tornando possível a elaboração desta dissertação.



Resumo

Na presente dissertação é realizada uma análise integrada dos estudos que têm sido efectuados sobre os recursos naturais da região da Ria de Aveiro. Na primeira parte da dissertação, uma rápida história da formação da laguna; citam-se algumas das principais características físicas e geológicas da Ria; mencionam-se as actividades económicas que se exercem na própria laguna e na sua beirada, realçando-se a influência que o bom estado do complexo lagunar tem para a prosperidade da região; são ainda referidos os recursos naturais disponíveis na região assim como as suas aplicações, quer em termos industriais quer em termos de benefícios para os seus habitantes.

Numa segunda parte da dissertação é apresentada a análise da situação ambiental da própria laguna, focando, essencialmente, os grandes problemas ambientais e possíveis soluções. É tratada, em particular, a situação gerada pelo Complexo Industrial de Estarreja, dando especial atenção a duas Indústrias, casos, referidos nas Jornadas da Ria de Aveiro realizadas em 1985.

Para cumprir os objectivos da investigação, procedeu-se ao levantamento de toda a informação existente sobre a área em estudo que permitiu estabelecer um quadro actualizado da mesma.

Numa segunda fase, foi feita a análise e o tratamento da informação colhida e visita a alguns locais, nomeadamente esteiros, zona industrial e lixeiras a fim de colmatar alguma falta de informação existente e reconhecimento da área.

Numa terceira fase foram identificados os grandes problemas ambientais que afectam este ecossistema e a definição de estratégias que permitam a gestão dos recursos existentes.

Finalmente, é sugerida a reutilização de resíduos industriais e/ou tratamento dos mesmos de forma a poder contribuir com o desenvolvimento sustentável e para a redução de impactos ambientais negativos.



Abstract

In the present thesis a comprehensive and integrated analysis of the studies made so far on the resources of the region “Ria de Aveiro” has been carried out. The first section of the thesis contemplates a brief history of the lagoon’s formation, some of its main physical and geological characteristics are mentioned, as well as, the economical activities that take place in the lagoon itself and its surroundings. The focus is on the influence that the good conditions of the lagoon have on the region’s prosperity. The available natural resources of the region as well as its industrial use and benefits for the living standards of its inhabitants are also referred to.

In the second section of the thesis a brief analysis of the environmental situation of the Aveiro’s lagoon, is presented, taking into consideration its most interesting environmental problems and possible solutions. The situation caused by the Industrial Complex of Estarreja, especially in relation to two Industrial plants, as referred to in the “Jornadas da Ria de Aveiro”, 1985, is analysed.

In order to meet the objectives of this investigation, a survey of all the existing information concerning the area under study has been carried out in order to establish a framework for it.

Secondly, the analysis and the data handling, as well as, tours to some areas of the “Ria de Aveiro”, such as “esteiros” and industrial park has been carried out.

Then the most relevant environmental problems that have a direct effect on the ecosystem and the definition of strategies for management of existing resources were identified.

Finally, suggestions are put forward related to the recycling of industrial residuals and/or treatment of the same residuals, so as to contribute to the sustainable development and the reduction of negative environmental impacts on the region.

ÍNDICE

| | |
|--|-----------|
| LISTA DE FIGURAS | 4 |
| LISTA DE TABELAS | 6 |
| LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS | 6 |
| 1- INTRODUÇÃO | 9 |
| 2- SITUAÇÃO DE REFERÊNCIA QUANTO À INFORMAÇÃO GEOLÓGICA, GEOMORFOLÓGICA, HIDRÁULICA, CLIMÁTICA E ECOLÓGICA DA REGIÃO | 19 |
| 2.1- Enquadramento Geográfico | 21 |
| 2.2- Nomenclatura e Morfologia da Ria de Aveiro | 23 |
| 2.3- Morfologia e Ambiente Sedimentar | 27 |
| 2.4- Evolução Morfológica | 28 |
| 2.5- Definição dos canais unidimensionais da Ria de Aveiro | 32 |
| 2.6- Bacias Hidrográficas dos afluentes da Ria | 34 |
| 2.6.1- <i>Bacia do Rio Vouga</i> | 34 |
| 2.6.2- <i>Bacia da Rio Antuã</i> | 35 |
| 2.6.3- <i>Bacia do Canal de Ovar</i> | 37 |
| 2.7- Canais afluentes à Ria | 37 |
| 2.8- Características Hidráulicas e aluvionar da Ria de Aveiro | 39 |
| 2.8.1- <i>Funcionamento Hidráulico do Interior da Laguna</i> | 39 |
| 2.8.2- <i>Funcionamento Hidráulico da Orla Marítima Lagunar</i> | 40 |
| 2.8.3- <i>Movimentação aluvionar do interior da Laguna</i> | 40 |
| 2.8.4- <i>Movimentação aluvionar na orla marítima lagunar</i> | 41 |
| 2.9- Enquadramento Geológico | 41 |
| 2.9.1- <i>Litoestratigrafia da Região em estudo</i> | 42 |
| 2.10- Evolução Geológica | 47 |
| 2.11- Enquadramento Climático | 48 |
| 2.11.1- <i>Temperatura</i> | 48 |
| 2.11.2- <i>Humidade</i> | 49 |
| 2.11.3- <i>Precipitação</i> | 49 |
| 2.11.4- <i>Ventos</i> | 49 |
| 2.12- Ecologia | 49 |
| 2.12.1- <i>Comunidade Planctónica</i> | 50 |
| 2.12.2- <i>Comunidade Bentónica</i> | 51 |
| 3- RECURSOS COM POTENCIAL E REAL UTILIZAÇÃO | 57 |
| 3.1- Recursos Minerais | 59 |
| 3.1.1- <i>Areias</i> | 59 |
| 3.1.2- <i>Argila</i> | 60 |

| | |
|--|------------|
| 3.1.3- <i>Caulino</i> | 62 |
| 3.1.4- <i>Saibro</i> | 66 |
| 3.1.5- <i>Água</i> | 66 |
| 3.1.6- <i>Solos</i> | 68 |
| 3.2- <i>Outros Recursos</i> | 68 |
| 3.2.1- <i>Sal (evolução e situação actual da actividade salícola)</i> | 69 |
| 3.2.2- <i>Piscicultura</i> | 72 |
| 3.2.3- <i>Fauna Piscícola</i> | 74 |
| 3.2.4- <i>Bivalves</i> | 74 |
| 3.2.5- <i>Caranguejo</i> | 75 |
| 3.2.6- <i>Artemia</i> | 76 |
| 3.2.7- <i>Moliço</i> | 78 |
| 3.2.8- <i>Junco e caniço</i> | 79 |
| 3.3 <i>Actividades Humanas na Região da Ria de Aveiro</i> | 80 |
| 3.3.1 - <i>Actividade Portuária</i> | 80 |
| 3.3.2- <i>Indústria</i> | 80 |
| 3.3.3- <i>Agricultura</i> | 80 |
| 3.3.4- <i>Lazer e Turismo</i> | 81 |
| 4- PROBLEMAS AMBIENTAIS | 83 |
| 4.1- <i>Assoreamento da Laguna</i> | 85 |
| 4.2- <i>Erosão do Cordão Dunar</i> | 87 |
| 4.3- <i>Destruição das Defesas Naturais</i> | 90 |
| 4.4- <i>Poluição</i> | 90 |
| 4.4.1- <i>Classificação dos Poluentes</i> | 91 |
| 4.4.2- <i>Poluição da Ria de Aveiro</i> | 91 |
| 4.4.3- <i>Qualidade da água da Ria de Aveiro</i> | 93 |
| 4.4.4- <i>Fontes de Poluição das Águas</i> | 94 |
| 4.4.5- <i>Poluição na Zona de Estarreja</i> | 97 |
| 4.4.6- <i>Origens de produção de duas unidades fabris (Uniteca e Quimigal)</i> | 99 |
| 4.4.7- <i>Caracterização da Pirite</i> | 104 |
| 4.4.8- <i>Mercúrio como fonte de Poluição</i> | 105 |
| 4.4.9- <i>Metais pesados e organoclorados em caranguejos da Ria de Aveiro</i> | 109 |
| 4.4.10- <i>Resíduos Tóxicos Perigosos</i> | 109 |
| 4.4.11- <i>Outros Poluentes</i> | 112 |
| 5- ANÁLISE DE IMPACTOS AMBIENTAIS E MEDIDAS MITIGADORAS | |
| NO CASO DE IMPACTOS NEGATIVOS | 113 |
| 5.1- <i>Efeitos tóxicos do mercúrio e Impactos Ambientais</i> | 115 |
| 5.2- <i>Impacte ambiental dos metais pesados no ambiente</i> | 117 |

| | |
|---|------------|
| 5.3- Impacto dos efluentes Urbanos Sobre a Ria de Aveiro | 119 |
| 5.4- Impacto dos efluentes Industriais na Ria | 122 |
| 5.5- Impactos ambientais resultantes da extracção dos recursos minerais | 125 |
| 5.5.1- <i>Extracção das Areias em S. Jacinto</i> | 127 |
| 5.6- Controle da poluição hídrica | 128 |
| 5.7- Política Ambiental | 130 |
| 5.8- Utilização de Microalgas Para Tratamento de Efluentes que Desaguam na Ria de Aveiro | 132 |
| 5.9- Bioremediação dos Solos Contaminados | 133 |
| 6- VIABILIDADE DE REUTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS | 137 |
| 6.1- A Co-incineração | 139 |
| 6.2- Classificação de Resíduos | 140 |
| 6.3- Limites da Política Hierárquica da Gestão de Resíduos | 141 |
| 6.4- Vantagens da Reciclagem | 141 |
| 6.5- Reutilização de Resíduos Industriais | 142 |
| 6.6- Selecção de aplicações a serem desenvolvidas | 144 |
| 6.7- Selecção de alternativas tecnicamente viáveis | 145 |
| 6.8- Durabilidade do produto | 148 |
| 7- CONCLUSÕES | 147 |
| 8- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 153 |

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.1** – Agricultura tradicional e criação de gado bovino praticada pelas populações circunvizinhas da Ria de Aveiro.
- Figura 1.2** – Notória eutrofização das águas da Ria de Aveiro.
- Figura 2.1** – Localização da área em estudo.
- Figura 2.2** – Aspecto Geral da Ria de Aveiro.
- Figura 2.3** – Classificação gráfica de granulometria de amostras de sedimentos colhidos no Canal de Ovar.
- Figura 2.4** – Fases de Evolução da Ria de Aveiro.
- Figura 2.5** – Evolução morfológica da zona Central da Ria entre 1951 (A) e 1978 (B).
- Figura 2.6** – Divisão da Ria em ramos.
- Figura 2.7** – Vista do Rio Vouga.
- Figura 2.8** – Troço do Rio Antuã.
- Figura 2.9** – Observação de troço do Rio Antuã, em Estarreja.
- Figura 2.10** – Canal de Ovar.
- Figura 2.11** – Enquadramento Geológico da Ria de Aveiro.
- Figura 2.12** – Esboço Geológico da Região em estudo.
- Figura 2.13** – Esboço Geológico simplificado da Região.
- Figura 2.14** – Zona de Sapal junto à Ria de Aveiro.
- Figura 2.15** – Vasas e lodos que ficam a descoberta na maré baixa.
- Figura 2.16** – Vegetação herbácea utilizada para alimentar o gado bovino.
- Figura 2.17** – Vegetação herbácea na área envolvente.
- Figura 2.18** – Vegetação rasteira típica do cordão dunar
- Figura 3.1** – Extracção de areias, Ovar.
- Figura 3.2** – Locais de exploração de Argilas na Região sob influência da Ria de Aveiro.
- Figura 3.3** – Extracção do caulino (S. Vicente de Pereira)
- Figura 3.4** – Localização e distribuição espacial da Ria de Aveiro e dos cursos de água mais importantes da sua região.
- Figura 3.5** – Processo de extracção de sal.
- Figura 3.6** – Salgado com salinas abandonadas.
- Figura 3.7** – Apanha de Berbigão.
- Figura 3.8** – Apanha do Moliço.
- Figura 4.1** – Assoreamento da Laguna de Aveiro no Canal de Ílhavo.
- Figura 4.2** – Assoreamento da laguna de Aveiro, no canal de Ovar.
- Figura 4.3** – Eutrofização de um canal interior da Ria de Aveiro, Ovar.
- Figura 4.4** – Sistemas de dunas ao Norte da laguna de Aveiro.
- Figura 4.5** – Sistemas de dunas ao Norte da laguna de Aveiro.

Figura 4.6 – Acumulação de lixos (resíduos de construção civil) – Ameirinhos, Murtosa.

Figura 4.7 – Esgotos domésticos lançados para a Ria, praia do Arainho – Ovar

Figura 4.8 – Diagrama de fabrico do mercúrio apresentado nas Jornadas da Ria de Aveiro.

Figura 4.9 – Amontoado de cinzas de pirite no Parque da Quimigal.

Figura 4.10 – Amontoado de cinzas de pirite no Parque da Quimigal.

Figura 5.1 – Esgoto lançado num local próximo do esteiro de Estarreja.

Figura 5.2 – Lixos depositados no que antes era um esteiro, Estarreja.

Figura 5.3 – Lixo impedindo a circulação à volta de uma rotunda. Ameirinhos, Murtosa.

Figura 5.4 – Lixo junto às margens da Ria de Aveiro, Ameirinhos – Murtosa.

Figura 5.5 – Arieiro que começa a ser ocupado com lixo.

Figura 5.6 – Proposta de Controlo da Poluição.

Figura 5.7 – Utilização de plantas na degradação de poluentes.

Figura 6.1 – Esquema geral para a selecção de alternativas para reciclagem.

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 – Áreas correspondentes à divisão da Ria em ramos. Áreas submersas médias; áreas submersas nas máximas preia-mar; áreas drenadas pelas bacias hidrográficas dos rios afluentes.

Tabela 2.2 – Resumo de estimativas de caudais médios do Rio Vouga e do Rio Antuã.

Tabela 2.3 – Caudais médios calculados afluentes a cada bacia da Ria de Aveiro.

Tabela 2.4 – Unidades Litoestratigráficas Meso-Cenozóicas definidas na região.

Tabela 2.5 – Grupos taxonómicos de zooplâncton e respectivas densidades e percentagens em relação à densidade total.

Tabela 3.1 – Concelhos com extracção de areias, de mar e de arieiros.

Tabela 3.2 – Legenda do mapa representado na figura 3.2.

Tabela 3.3 – Legenda do mapa representado na figura 3.2.

Tabela 3.4 – Referência à Sistemática, Biologia e Ecologia do caranguejo da Ria de Aveiro.

Tabela 4.1 – Colheitas efectuadas no efluente da electrólise da Uniteca.

Tabela 4.2 – Colheitas efectuadas no efluente geral da Quimigal.

Tabela 4.3 – Quantidades de mercúrio lançadas pela Uniteca.

Tabela 4.4 – Quantidades de arsénio rejeitadas pela Quimigal.

Tabela 5.1 – Comparação entre a densidade da água, metais pesados e metais leves.

Tabela 5.2 – Concentrações médias anuais, totais e dissolvidas, de vários metais pesados nas várias estações.

LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

APPFC – Área Protegida da Foz do Cáster

REN – Reserva Ecológica Nacional

PDM – Plano Director Municipal

AMRIA – Associação de Municípios da Ria de Aveiro

GRIA – Gabinete da Ria de Aveiro

REN – Reserva Ecológica Nacional

PDM – Plano Director Municipal

RIP – Resíduos Industriais Perigosos

CBO – Carência Bioquímica de Oxigénio

CQO – Carência Química de Oxigénio

ESB – Escola Superior de Biotecnologia

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

1- INTRODUÇÃO

Os sistemas lagunares são zonas de transição entre o meio terrestre e o meio marinho. A característica mais importante destes sistemas é a sua elevada produtividade, normalmente superior à das zonas de água doce e salgada adjacentes, que permite a exportação para o mar de energia excedentária. Estas zonas constituem meios de recepção de materiais de origem terrestre, de natureza mineral e orgânica, que aí sofrem complexas transformações conducentes à reciclagem e libertação de nutrientes; ao mesmo tempo que a sua escassa espessura das massas de água permite que a luz atinja, frequentemente, o fundo, determinando uma grande riqueza biológica e, conseqüentemente, uma actividade acentuada, que envolve tanto os organismos vegetais dependentes do fundo, fitobento, como as algas de pequenas dimensões, fitoplancton, que vivem na coluna de água. O fitoplancton aumenta regularmente desde o ponto de entrada de água do mar até às zonas mais interiores.

Nos sistemas lagunares desenvolvem-se, habitualmente, para jusante, sapais de grandes ou pequenas dimensões, enquanto que na zona de transição para águas mais doces ocorrem, nos níveis mais elevados, matas de tamargueira, aparecendo o juncal nos níveis mais inferiores. Nas zonas permanentemente cobertas pelas águas salobras abunda o moliço, constituído fundamentalmente por algas. Nas zonas de água doce desenvolvem-se manchas de vegetação que incluem matas ribeirinhas de amieiros, freixos, salgueiros ou ulmeiros. Nas cotas mais baixas, desenvolvem-se caniçais, tábuas e espanada.

As lagunas costeiras são zonas deprimidas, posicionadas abaixo do nível médio de preamar de águas vivas, com comunicação efémera ou permanente com o mar, do qual estão protegidas por um tipo qualquer de barreira.

Uma vez formados, o comportamento evolutivo dos sistemas lagunares é fortemente condicionado pela variação dos níveis do mar e pela quantidade de sedimentos disponíveis, a qual é responsável não só pelo assoreamento na laguna como ainda pela evolução da barreira.

A origem dos sedimentos da laguna é diversa e podem provir de três fontes principais:

- Uma fonte marinha: os sedimentos entram na laguna através da barra de maré ou através de episódicos galgamentos, estes sedimentos ficam restritos às proximidades da embocadura sob a forma de deltas de enchente activos ou sob a forma de bancos de areia que derivam de deltas de enchente desactivados e de porções distais de depósitos de galgamento;
- Uma fonte continental: os sedimentos entram na laguna através das descargas das linhas de água que drenam os terrenos envolventes, da erosão e escorrência directa das margens e do transporte eólico; os sedimentos mais grosseiros depositam-se em leques aluviais na foz das ribeiras e nas margens lagunares, enquanto que os sedimentos mais finos transportados em suspensão são depositados nas zonas mais interiores da laguna onde a massa de água é mais espessa, obtendo-se uma organização sedimentológica de forma concêntrica, com os sedimentos essencialmente arenosos posicionados na zona da embocadura da laguna e nas suas margens, e com os sedimentos essencialmente vasosos posicionados nas zonas centrais e mais profundas da

laguna;

- Uma fonte derivada da actividade química e biológica no interior da laguna: os sedimentos que aqui ocorrem ou por precipitação química (carbonatos, evaporitos), ou pela acumulação de matéria orgânica.

Se seguirem o seu curso natural, as lagunas costeiras rapidamente se transformarão em pântanos. A intervenção antrópica, por um lado, acelera o processo de assoreamento mas por outro lado pode inverter a situação ao intervir nas lagunas através de dragagens efectuadas, essencialmente para repor e manter a profundidade dos canais navegáveis.

A Ria de Aveiro constitui o sistema lagunar mais extenso de Portugal, onde o ritmo evolutivo se processa de modo muito intenso e notório. Trata-se de uma estrutura sedimentar de grande interesse científico e determinante para a economia da região. Apesar de todo o seu inquestionável valor, a bibliografia disponível sobre o sistema é escassa e dispersa.

A presente monografia visa a realização de uma síntese e análise dos estudos já efectuados sobre a região, sobretudo, desde a realização, em 1985, das Jornadas da Ria de Aveiro, assim como o levantamento dos Recursos Naturais existentes, particularmente dos Recursos Geológicos com interesse aplicado.

O presente trabalho inclui, primeiramente, uma situação de referência quanto à informação geológica, geomorfológica e ecológica da região da Ria de Aveiro e, seguidamente, trata as actividades económicas realizadas na própria laguna e na sua beirada.

Devido ao progressivo afastamento para Sul da barra natural, as gentes ribeirinhas passaram por vários períodos áureos e também por várias depressões e vicissitudes devido à completa degradação da laguna. Em 1802, a situação era já insustentável e, em 1808, a abertura artificial veio pôr termo ao caos. Se não tivessem sido realizados estes trabalhos para melhoramento do Porto de Aveiro, a Ria ter-se-ia degradado totalmente o que poderia originar uma ruptura do cordão litoral e consequente desequilíbrio hidráulico no seu funcionamento e, possivelmente, a sua destruição.

É sabido que as zonas húmidas constituem ecossistemas muito complexos, onde interagem factores de ordem hidrológica, biológica e ecológica. Muitas vezes estas regiões são avaliadas como terrenos baldios, mananciais de água para consumo, irrigação ou produção de energia e, o mais grave é servirem de deposição de toda espécie de lixo e de esgotos.

Por outro lado, a elevada produtividade primária destas zonas constitui o suporte das cadeias tróficas existentes nestes ecossistemas naturais.

A Ria de Aveiro oferece às populações circunvizinhas um conjunto diversificado de recursos. Nesta região vive uma população estimada em cerca de 350.424 habitantes. Esta gente, na sua maioria, pratica uma agricultura tradicional de pequena propriedade e explora de forma extensiva a criação de gado bovino (**figura 1.1**), mas também constitui o suporte, em termos de mão-de-obra, de um dos mais importantes tecidos industriais do país, com uma taxa de actividade no sector secundário superior à média nacional.



Figura 1.1- Agricultura tradicional e criação de gado bovino praticada pelas populações circunvizinhas da Ria de Aveiro.

Destas actividades económicas resultam diversas interacções ambientais que causam impactos negativos, de entre os quais sobressaem as emissões de grandes poluentes para o meio hídrico e vão contribuir para os processos de eutrofização lagunar (**figura 1.2**). No entanto, nem tudo é negativo, a recuperação do “salgado” para a aquacultura e o “turismo verde” podem assumir um papel importante na valorização das actividades económicas da região.



Figura 1.2 – Notória eutrofização das águas da Ria de Aveiro.

A região lagunar é, igualmente, de grande importância para a migração das aves, oriundas dos continentes africano e europeu, muitas das quais são espécies ameaçadas na Europa e, que elegem este local para se reproduzirem, como é o caso da Águia – sapeira (*Ardea purpurea*) e do Perna – longa (*Himantopus himantopus*).

Ouve-se dizer, constantemente, que a Ria está assoreada, poluída, degradada e que é o grande vazadouro de efluentes industriais altamente poluentes e de efluentes urbanos e domésticos. É, por isso, urgente salvar a Ria.

Desde o início da década de 70, do século XX, que a nível mundial, se estabeleceram acordos internacionais sobre o Ambiente, entre os quais se destacam a Convenção de Ramsar, 1971, e a Convenção de Berna, 1979, ambas tendo em vista uma nova abordagem sobre o valor e a gestão das zonas húmidas.

O Governo Português ratificou estes princípios implementando uma série de Directivas Comunitárias, sendo merecedoras de destaque as Directivas 79/409/CEE e 92/43/CEE.

Durante a década de 80, do século XX, foi desenvolvido pelo ambientalista Álvaro Reis um trabalho sistemático no sentido de estudar e divulgar, junto da comunidade científica e dos organismos tutelares, a importância da Ria de Aveiro. No final desta década, este ambientalista apresenta no seio da Associação Quercus, da qual era Presidente do Núcleo Distrital de Aveiro, dois documentos nos quais, após uma análise dos principais aspectos da laguna, defendia a criação de áreas protegidas com o objectivo de preservar espécies da fauna e da flora selvagens, assim como os seus habitats.

Em 1985, as entidades que levaram a efeito as Jornadas da Ria de Aveiro, primeiro grande fórum dedicado aos problemas da Ria, aperceberam-se da penosa situação sofrida pela laguna. Urgia fazer o ponto da situação relativamente aos conhecimentos concretos da realidade da Ria de Aveiro, expresso por vectores tão importantes, tais como: Poluição, Recursos Naturais e Ordenamento.

A poluição da Ria de Aveiro foi, nestas Jornadas, o primeiro tema a ser tratado. As conclusões retiradas foram as seguintes:

- A poluição é um tema de grande importância em termos de qualidade de vida humana e conduz muitas vezes a opiniões infundadas ou incorrectas;
- Qualquer argumentação sobre determinada poluição deve ter por base dados concretos e análises técnico – científicas, pois só assim será possível elaborar propostas e tomar decisões acertadas, por serem ajustadas aos factos, aos ambientes e às regiões;
- A poluição compreende um conjunto de efeitos de processos em que o homem é grande interveniente, efeitos que põem em causa os equilíbrios naturais;
- A poluição afecta os ecossistemas e, conseqüentemente, afecta os recursos naturais e a organização e qualidade de vida do homem;
- Os factores que, em Portugal, contribuem para a natureza e para o grau sensível da poluição podem ser sistematizados em três grupos: fraco conhecimento cultural, científico e económico dos

nossos recursos; fraco nível das tecnologias e dos meios financeiros das unidades industriais; fraca capacidade organizativa, funcional, legislativa e fiscalizadora da administração pública vocacionada;

- A região de Aveiro possui enormes potencialidades devido aos recursos naturais que, lamentavelmente, têm sido submetidos aos efeitos negativos da poluição. Se se pretender eliminar ou apenas reduzir tais efeitos, em primeiro lugar deve ser detectada a origem da poluição e caracterizar cientificamente a sua origem e o seu grau. Depois serão seleccionadas as técnicas e os meios financeiros adequados à resolução do problema;
- Nas Jornadas da Ria de Aveiro, foram apresentadas 18 comunicações sobre o tema poluição, versando assuntos como: novas tecnologias que levam à redução da poluição de certas indústrias da região (Portucel, Quimigal e Nestlé); caracterização e controle de poluição de águas superficiais ocasionadas por efluentes domésticos e industriais; caracterização e avaliação da poluição translocada para os recursos vivos da Ria; quantificação e dispersão de metais tóxicos;
- Algumas empresas, embora poucas, já desenvolviam esforços, na altura, para através de tratamentos dos respectivos efluentes atenuarem a poluição que produzem;
- Não se verificaram comunicações relativas à poluição das águas subterrâneas que, na região, constituem a fonte principal dos abastecimentos doméstico e industrial;

O segundo tema a ser tratado nas Jornadas da Ria em 1985 foi “Recursos da Ria de Aveiro”. Foram apresentadas 21 comunicações tratando vários assuntos: salgado, moliço, aquacultura, águas subterrâneas e solos agrícolas entre outros. As conclusões a que se chegaram foram as seguintes:

- Há que salvaguardar, desenvolver, rentabilizar melhor e explorar racionalmente os recursos da laguna, no interesse das gerações presentes e vindouras;
- O salgado atravessa grave crise relacionada com a degradação física das marinhas, consequência da quebra de rentabilidade. Sendo assim seria necessário redimensionar parte do salgado e reconverter outra para actividades tais como: cultura de peixes, moluscos e crustáceos de alta qualidade e valor comercial;
- Deveria continuar-se com a recolha de moliço que depois de colhido seria utilizado como adubo na agricultura.

Foi apresentado um inventário da Ictiofauna sedentária e migradora da laguna. Alguns recursos renováveis da laguna estão a ser lesados por sobrepesca costeira e interior. Tornava-se necessária a elaboração de um Regulamento de Pesca para a Ria, mais actualizado.

Também se concluiu que havia um excesso da utilização de águas subterrâneas para satisfação do abastecimento doméstico, industrial e agrícola.

Finalmente, o último tema a ser tratado foi o «Ordenamento da Ria de Aveiro» e compreendeu, na totalidade, 31 comunicações. A seguir são apresentadas as conclusões:

- A região da Ria de Aveiro constitui uma entidade biofísica de grandes potencialidades que tem tido valorização crescente no contexto regional e nacional. Porém o desenvolvimento da região

não deve por em causa a coexistência e equilíbrio entre o Homem e a natureza expressa pela trilogia: ar, solo e água;

- Dentro do Ordenamento foram tratados assunto como: políticas de ordenamento regional – multisectorial multiinstitucionais e multifinanciados; planeamento regional em cuidados de saúde primários; aspectos demográficos e perspectivas de desenvolvimento agrícola na região do Baixo-Vouga; captações e abastecimento de água; saneamento básico; hidrodinâmica na laguna e no cordão litoral e valorização urbanística da área lagunar;
- O ordenamento correcto do território da Ria de Aveiro proporcionará um aumento significativo de produtividade dos seus recursos e beneficiará a qualidade de vida das populações ribeirinhas.

Na sua globalidade, as Jornadas da Ria de Aveiro, 85, tiveram a vantagem de pôr em evidência a actualização dos conhecimentos da Ria, para a qual contribuíram diversas instituições e investigadores.

Em 5 de Julho de 1985 foi publicada a portaria nº 423/85 estipulando a criação da Região de Turismo Rota da Luz com sede em Aveiro. O objectivo era salvaguardar o valioso património natural, cultural, artístico e monumental da região.

Em finais de 1989, surge a Associação de Municípios da Ria (AMRIA), criada com a finalidade, entre outras, de adoptar estratégias de planeamento integrado.

Em 1991, numa tentativa de olhar para a Ria de Aveiro numa perspectiva global, é apresentado pelo Gabinete da Ria de Aveiro (GRIA), o Plano – Ria - Plano Integrado para a resolução dos problemas de Poluição da Ria. Neste plano, foi reconhecida a importância dos recursos biológicos existentes e a necessidade da sua conservação, tendo sido propostas por aquele Gabinete, algumas medidas para diminuir os efeitos negativos da poluição.

Também em 1991, o painel “Ria de Aveiro: que futuro?” detectou problemas, caracterizou a situação e delineou soluções que possibilitam a recuperação da Ria de Aveiro.

Em Junho de 1994, o ambientalista Álvaro Reis apresentou à Câmara de Ovar, uma proposta para a criação e gestão, em território concelhio, de uma Área de Paisagem Protegida. É de salientar aqui o empenho da Autarquia junto do Instituto de Conservação da Natureza (ICN).

O ICN sendo o organismo responsável pela implementação, no país, da Directiva 92/43/CEE que visa a Conservação de habitats naturais e de espécies da Flora e da Fauna Selvagens, procedeu à avaliação da referida proposta, tendo a mesma merecido um parecer favorável. No entanto, até à data da apresentação desta dissertação, a referida proposta encontra-se ainda a aguardar uma decisão política da tutela.

Com a criação da *Área de Paisagem Protegida da Foz do Cáster (APPFC)*, Álvaro Reis espera articular três vectores essenciais:

- A conservação dos habitats naturais desta zona, bem como a protecção de espécies vegetais e faunísticas próprias das zonas húmidas;
- A manutenção das actividades económicas tradicionais da região;
- Um espaço para educação ambiental e para investigação científica.

Os objectivos específicos que se pretendem atingir com a criação da área de Paisagem Protegida da Foz do Cáster enquadram-se integralmente no espírito do Decreto –Lei nº 316/89, de 22/9, que regulamenta o Decreto nº 95/81, de 23/7 (Convenção de Berna), nomeadamente no que consta dos seus artigos 2º e 4º.

Com a criação da APPFC pretende-se alcançar o seguinte:

- A protecção de habitats naturais da Ria de Aveiro;
- A recuperação de habitats das espécies migratórias, designadamente os caniçais;
- As condições necessárias ao equilíbrio biofísico do meio;
- As condições necessárias para a manutenção da área, da nidificação de algumas espécies de aves de rapina, como a águia – sapeira (*Circus aeruginosus*), o milhafre – preto (*Milvus migrans*) e a águia – d'asa – redonda (*Buteo buteo*);
- As condições necessárias para a manutenção da colónia de garças – vermelhas (*Ardea purpurea*) existente na zona, bem como a nidificação de outros ardeídeos;
- A nidificação de diferentes espécies de aves aquáticas, como o Perna – longa (*Himantopus himantopus*) e o pato – real (*Anas platyrhynchos*);
- A nidificação de passeriformes migradores trans-saharianos;
- A ocorrência dos pequenos mamíferos roedores;
- A conservação de espécies da vegetação das zonas húmidas, como *Scirpus* sp., o caniço (*Phragmites* sp.), o junco (*Juncus* sp.) e a tábua (*Typha latifolia*);
- A manutenção dos bosques e sebes existentes;
- A manutenção das actividades económicas tradicionais (piscatória e agrícola);
- Um controlo eficiente da actividade cinegética;
- Um maior controlo sobre as emissões de poluentes, que afluem às águas desta região, nomeadamente pelas descargas industriais no rio Cister e pela ocorrência de fertilizantes agrícolas e efluentes de agro-pecuárias;
- A valorização da paisagem, que pela sua diversidade e harmonia, representam no concelho motivos de interesse cénico e estético;
- Um espaço para Educação Ambiental, dotado de adequadas infra-estruturas de apoio;
- Um espaço adequado à Investigação Científica, sobre as biocenoses da região lagunar;
- A promoção do desenvolvimento sustentado do Concelho, valorizando a interacção entre as componentes ambientais naturais e humanas, das populações da Marinha, Ribeira, Puchadouro, Enchemil, Tijosa e Torrão de Lameiro;
- A promoção do “turismo verde” ou turismo da “vida selvagem”, com reflexos em termos sócio-económicos, pela criação de mais postos de trabalho;
- Uma consciencialização e sentido de responsabilidade acrescidos, por parte da autarquia gestora da Área de Paisagem Protegida.

Toda a região objecto desta proposta, encontra-se classificada, actualmente, com o estatuto de Reserva Ecológica Nacional (REN), tal como está explícito na Planta de

Condicionantes, do Plano Director Municipal PDM) de Ovar. Segundo esta Planta de Ordenamento do PDM, a área em causa encontra-se também classificada como “Espaço Natural Protegido” e contempla no seu interior uma «Área de Reserva”.

Todavia a “Área de Reserva” não é suficiente para cumprir eficazmente os objectivos referidos anteriormente, dado que exclui as águas livres e, no que diz respeito aos habitats terrestres, engloba unicamente as áreas de sapal.

Pelas mesmas razões, também o estatuto de “Sítio” da Lista do Projecto Biótopos do Programa CORINE (programa instituído a nível da CEE pela Decisão do Conselho 85/338/CEE, de 27 de Junho de 1985), atribuído à parcela formada pela Aguieira/Tijosa, não é suficiente para garantir a manutenção das potencialidades naturais de toda a área.

Face aos objectivos que se pretendem atingir foi de grande importância redefinir o espaço geográfico natural a proteger. Este espaço consegue reunir um conjunto diversificado de biótopos, integrando, simultaneamente, alguns núcleos populacionais ribeirinhos.

A Área de Paisagem Protegida da Foz do Cáster incluirá:

- A actual área de Reserva proposta pelo PDM, que contempla a Marinha Nova, Marina do Sal e Aguieira;
- O Regueirão da Carvalhosa, o Largo do Pego e o Largo da Coroa;
- A Moita do padeiro, Moita de Baixo, Moita de Cima e Enchemil;
- A Loureira, o Esteiro do Puchadouro e o Cabedelo.

O estado do meio ambiente na APPFC pode ser avaliado por determinados indicadores, tais como, a diversidade de habitats disponíveis, a diversidade de espécies existentes e os parâmetros indicadores dos níveis de poluição.

A APPFC disporá também de um Plano de Ordenamento e respectivo Regulamento, compatíveis com o disposto no PDM de Ovar. Este Plano de Ordenamento deverá ser equiparado a um Plano de Pormenor, onde conste a política de conservação que se pretende instituir, os usos do solo e as condições de alteração dos mesmos, segundo uma determinada hierarquia, de acordo com os valores do património natural em causa.

Poderão ainda ser celebrados contratos-programa e acordos de colaboração entre o Ministério do Ambiente e Recursos Naturais e a Câmara Municipal de Ovar.

Entre 1997 e 1998 o Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro estabeleceu com a Administração Local, Regional e Central e também com Associações Locais, uma parceria no âmbito do projecto MARIA – Programa de Gestão Integrada para a Ria de Aveiro, integrado nos programas de Demonstração sobre Gestão Integrada da Zona Costeira financiado pelo Programa Life96 e tinha como objectivo, encontrar formas de gestão do litoral que permitissem uma gestão orientada para o desenvolvimento integrado e para a participação e concertação na área da Ria de Aveiro.

É neste sentido que surge o projecto ESGIRA – MARIA: Estrutura de Gestão Integrada para a Ria de Aveiro, o qual pretende contribuir para definir e testar uma estrutura de gestão, no

sentido de avaliar a capacidade de gestão de uma multiplicidade de vectores determinantes do actual estado ambiental desta região lagunar.

Em 1997 foram realizadas dragagens na laguna, actividade importante para o desassoreamento da laguna.

CAPÍTULO 2

Situação de Referência quanto à Informação Geológica, Geomorfológica, Hidráulica, Climática e Ecológica da Região da Ria de Aveiro.

2- SITUAÇÃO DE REFERÊNCIA QUANTO À INFORMAÇÃO GEOLÓGICA, GEOMORFOLÓGICA, HIDRÁULICA, CLIMÁTICA E ECOLÓGICA DA REGIÃO DA RIA DE AVEIRO.

2.1- Enquadramento Geográfico

A Ria de Aveiro constitui o Sistema Lagunar de maiores dimensões de todo o território português e, talvez o mais importante. Trata-se de um lugar muito especial, situado na bacia sedimentar de Aveiro que corresponde à actual parte terminal do Rio Vouga, com área aproximada estimada em 3.635 Km². Tem configuração sensivelmente triangular tendo por base o cordão litoral que se estende desde o Carregal (Furadouro – Ovar) até ao Poço da cruz (Mira), numa extensão de aproximadamente 45 Km, e por vértice Fermelã, situado a 11 Km do Bico do Muranzel, situado na margem interior do cordão litoral (**Figura 2.1**).

A Laguna de Aveiro situa-se, quase na sua totalidade, no Distrito de Aveiro, está contida entre os paralelos 40° 52' e 40° 30' N, e abrange os Concelhos Ribeirinhos de Ovar, Estarreja, Murtosa, Aveiro, Ílhavo, Vagos e ainda, Mira, este último pertencente ao Distrito de Coimbra.

Os limites interiores da bacia confundem-se com os depósitos aluvionares das linhas de água mais importantes, Vouga e Antuã, que em muitos locais estão actualmente fixados por estruturas artificiais, as comportas, que inibem a propagação da maré para montante.

Frequentemente, a Ria de Aveiro é comparada a um polvo com os seus tentáculos, tantos os numerosos canais em que se ramificam os seus quatro braços mais importantes.

A Norte, entre a Torreira e Ovar, estende-se o Canal de Ovar que se desdobra no braço do Carregal e mais a Nordeste, em vários esteiros: Entre – Águas, Mourão, Ribeira das Bulhas, Ribeira da Aldeia, Amieiro e Bunheiro.

Ao Centro, por terras da Murtosa, a Ria desmembra-se em numerosos esteiros que serpenteiam em frente ao Bico do Muranzel. É por entre esses ramais da Ria que desagua o Rio Antuã e também o Rio Vouga. Estes cursos de água servem as terras de Canelas, Fermelã, Murtosa, Salreu e Veiros.

A Sul, encontra-se o canal de Ílhavo com 7 Km de comprimento e 200 metros de largura máxima, banhando os campos de Ílhavo, Vista Alegre, Vagos e Sosa até à embocadura do rio Boco.

Para Sudoeste estende-se o Canal de Mira, desde a Barra até ao Poço da Cruz, com 14 Km de comprimento e 300 metros de largura máxima, à margem do cordão litoral.

Na parte Central da Ria existe um arquipélago constituído por diversas e pequenas ilhas denominadas Monte Farinha, dos Ovos, do Amoroso, de Lavacos, da Gaivota, da Pedra, de Parrachil, da Tranqueira, de Sama, do Poço da Testada, esta última, a maior de todas. Por entre estas ilhas verifica-se a existência de um labirinto de canais, vales e esteiros. Os esteiros e canais são também notórios na Cidade de Aveiro: O canal Principal ou Central, atravessa a cidade, o

canal de S. Roque, o canal do Cojo, o esteiro de Sá e o esteiro de Esgueira.

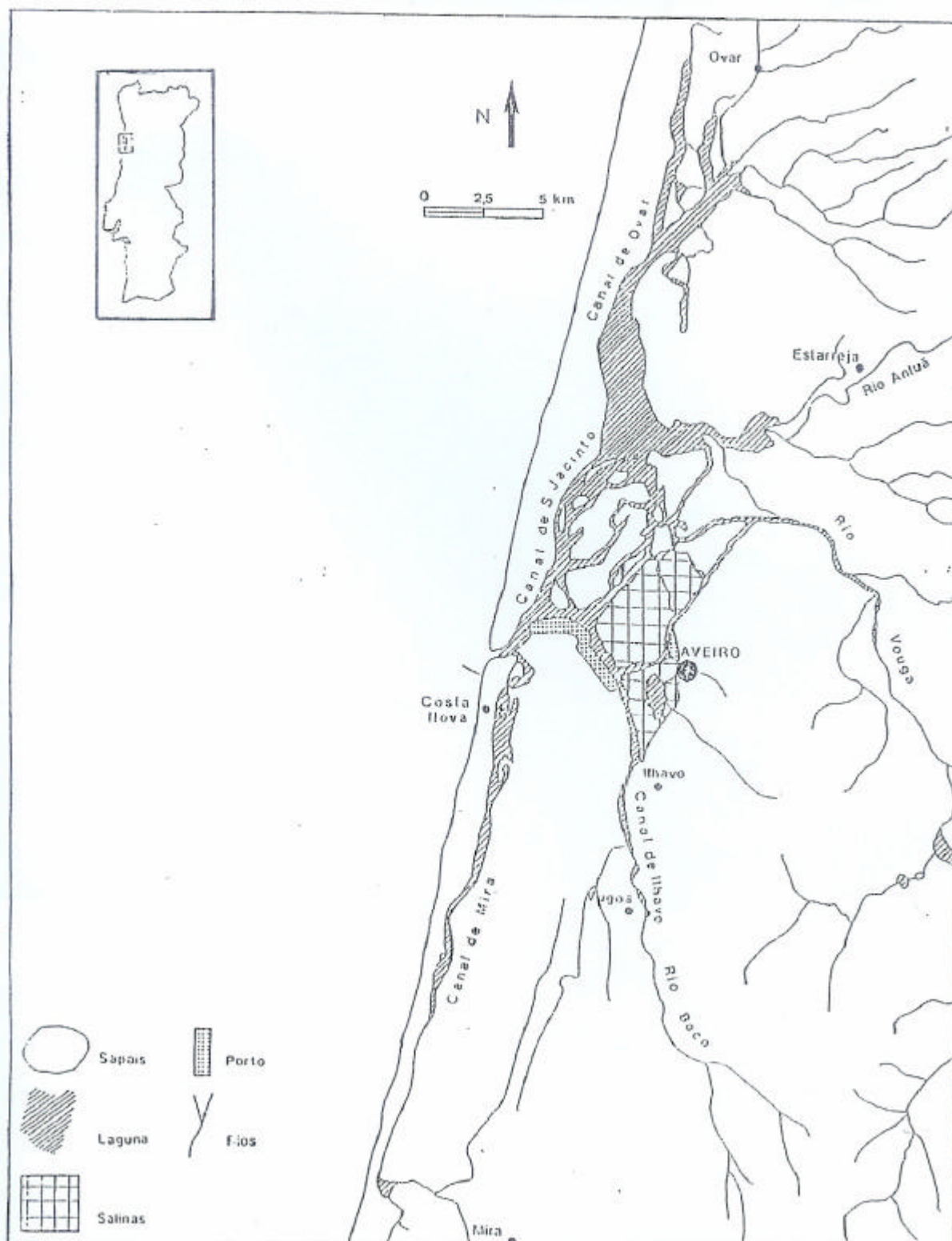


Figura 2. 1 – Localização da área em estudo

2.2- Nomenclatura e Morfologia da Ria de Aveiro

A Ria de Aveiro é uma massa de água costeira, delimitada por terra, com ligação ao mar, que corresponde a um acidente geográfico com características muito próprias. Por essa razão a sua classificação em termos geomorfológicos torna-se controversa.

A Ria de Aveiro é a entidade geológica do litoral que mais epítetos conheceu, segundo afirma TEIXEIRA SEBASTIÃO (in «Dinâmica Morfossedimentar da Ria de Aveiro», 1994). O termo HAFF-DELTA foi introduzido no início do século XX, por geógrafos alemães, que encontraram semelhanças morfológicas entre a região de Aveiro e as lagunas (haff) do mar Báltico, onde a maré é quase nula. O facto de o Rio Vouga drenar para o interior da Ria, sendo aparentemente responsável pelos depósitos interiores e pela morfologia triangular do sistema, terá levado ao aparecimento da expressão HAFF-DELTA (baía ou laguna colmatada por sedimentos fluviais).

Posteriormente, o crescente domínio da literatura anglo-saxónica foi, provavelmente, responsável pela alteração do termo para HALF-DELTA. Por outras palavras, a Ria seria apenas metade de um delta. Estes termos originais, apesar da existência de tradução literária, foram permanecendo até ao início da década de 80, do século XX. Actualmente, a Ria é definida como um delta, sistema de barreira, estuário ou laguna costeira, uma vez que nela ocorre diluição da água salgada do mar pela água doce transportada pelos rios.

A definição de delta proposta por WRIGHT (1978) corresponde a “acumulações costeiras, subaéreas ou submarinas, de sedimentos fluviais adjacentes ou próximas das linhas de água que as originam, incluindo os depósitos secundariamente moldados pela acção dos agentes marinhos, ondas correntes ou marés, mas onde a importância do débito sedimentar fluvial excede a capacidade de remobilização dos agentes dinâmicos”.

A nomenclatura dos sistemas lagunares tem sido sede de alguma ambiguidade. As diversas propostas de classificação daqueles ambientes são, na maioria dos casos, latas e tão abrangentes, que facilmente nos permitem tomar por sinónimos os termos estuário e laguna.

O conceito de laguna costeira, embora com ligeiras modificações de autor para autor, segundo TEIXEIRA (1994) pode definir-se como sendo uma zona costeira deprimida, posicionada abaixo do nível de preia-mar de águas vivas, com comunicação, permanente ou efémera, com o mar, mas ao mesmo tempo protegida do mar por qualquer tipo de barreira, permitindo a manutenção do corpo salobro, marinho ou hipersalino.

No entanto, a generalidade dos investigadores do ambiente estuarino adopta a seguinte definição de estuário, tal como PRITCHARD (1967): “corpo aquoso costeiro semifechado com comunicação livre com o mar aberto e onde a água do mar se dilui com o caudal debitado pela rede hidrográfica”. O ambiente estuarino caracteriza-se pela existência de marés (aestus = maré).

Podemos então dizer que os sistemas estuarinos e lagunares só se diferenciam devido à presença necessária de linhas de água importantes nos primeiros e à presença de ilhas-barreira nos últimos, embora qualquer destas unidades possa estar presente em ambos os ambientes. A Ria de Aveiro, na sua configuração actual, é um estuário de barreira (“bar-built estuary”), segundo

a classificação de PRITCHARD, ou uma laguna parcialmente fechada (“partly closed lagoon”), na nomenclatura proposta por NICHOLS e ALLEN (1981).

Segundo TEIXEIRA (1994), apesar de o desenvolvimento da barreira conferir, do ponto de vista morfológico, atributos comuns aos sistemas lagunares, o consequente aumento da importância relativa do caudal fluvial na dinâmica interior da Laguna de Aveiro aproxima-a, inevitavelmente, dos processos típicos de ambientes estuarinos.

Conclui-se, pelo exposto, que face à dinâmica característica deste ambiente particular, na classificação morfológica da Ria de Aveiro é indiferente utilizar os termos estuário, sistema de barreira ou laguna costeira. Todavia as designações de delta lagunar (Haff – delta), meio delta ou semi – delta (Half – delta) ou, simplesmente delta não devem ser utilizadas. O termo “ria” também deve ser evitado. TEIXEIRA (1994) é de opinião, porém, que face à remota tradição da expressão Ria de Aveiro, a designação deve manter-se mas como nome próprio e por essa razão deverá escrever-se com letras iniciais maiúsculas.

A Ria de Aveiro corresponde a uma formação recente cujas formas actuais têm origem no período pós-glaciar de subida rápida do nível do mar. Durante esta subida a faixa costeira ficou submersa e os vales dos rios foram inundados pelo mar. Os rios, as ondas com as correntes litorais associadas e as correntes de maré transportam sedimentos, que tendem a depositar-se nas áreas mais calmas. Os estuários e as lagunas costeiras são formações em que a acumulação de sedimentos pode ser rápida.

Os tipos de estuários são muito variados e podem ser classificados de acordo com a sua morfologia ou com a sua estrutura salina. Esta depende do modo como a água doce do rio se mistura com a água salgada do mar em resultado das correntes provocadas pela descarga de água doce e pelas marés.

A classificação dos estuários proposta por PRITCHARD, na década de 50, considera os seguintes tipos morfológicos:

- Estuários em planície costeira (vales submersos de rios);
- Estuários fechados por barras de areia (vales de rios submersos em que a sedimentação recente foi suficientemente importante para competir com a subida do nível do mar);
- Fiordes (vales profundos de origem glaciar);
- Outros (origem tectónica);

Por sua vez, a classificação dos estuários com base na estrutura salina estabelece os seguintes tipos:

- Bem misturado (na secção transversal observa-se homogeneidade vertical da salinidade,

podendo ocorrer variação lateral);

- Parcialmente misturado (na secção transversal observa-se variação transversal observa-se variação vertical da salinidade);

- Altamente estratificado (na secção transversal observa-se uma camada superficial de água de baixa salinidade e uma camada no fundo com água salgada);

Esta classificação está mais directamente ligada aos tipos morfológicos, Estuários de planície costeira e Fiordes.

A Ria de Aveiro pode ser incluída no tipo morfológico Estuário fechado por barras de areia. As suas características específicas resultam do sistema de barras de areia ter, neste caso, um grande desenvolvimento ao longo da costa, o qual ultrapassa muito a área onde entra o principal Rio (Vouga), incluindo por isso vários outros rios que desaguam na massa de água estuarina em pontos distantes da foz do Rio Vouga. Por esta razão a Ria de Aveiro tem também características lagunares, sendo a sua massa de água influenciada pela contribuição dos vários rios afluentes.

Analisando a morfologia da Ria de Aveiro podemos descrevê-la como um sistema de canais de grande desenvolvimento longitudinal e organizados em forma arborescente por ramificações sucessivas a partir do ponto único de comunicação com o mar **figura 22**). Os extremos dos vários canais transformam-se no leito dos vários rios afluentes. Em cada um destes canais pode observar-se a existência de um pequeno subestuário com características de estrutura salina específicas e influenciando também o campo de salinidade de todo o sistema.

Em resultado dessas características, a Ria de Aveiro é uma massa de água com morfologia e estrutura salina complexas, que justificam uma primeira abordagem qualitativa ao seu funcionamento hidrodinâmico e bioquímico, de que depende a qualidade do seu ambiente aquático.

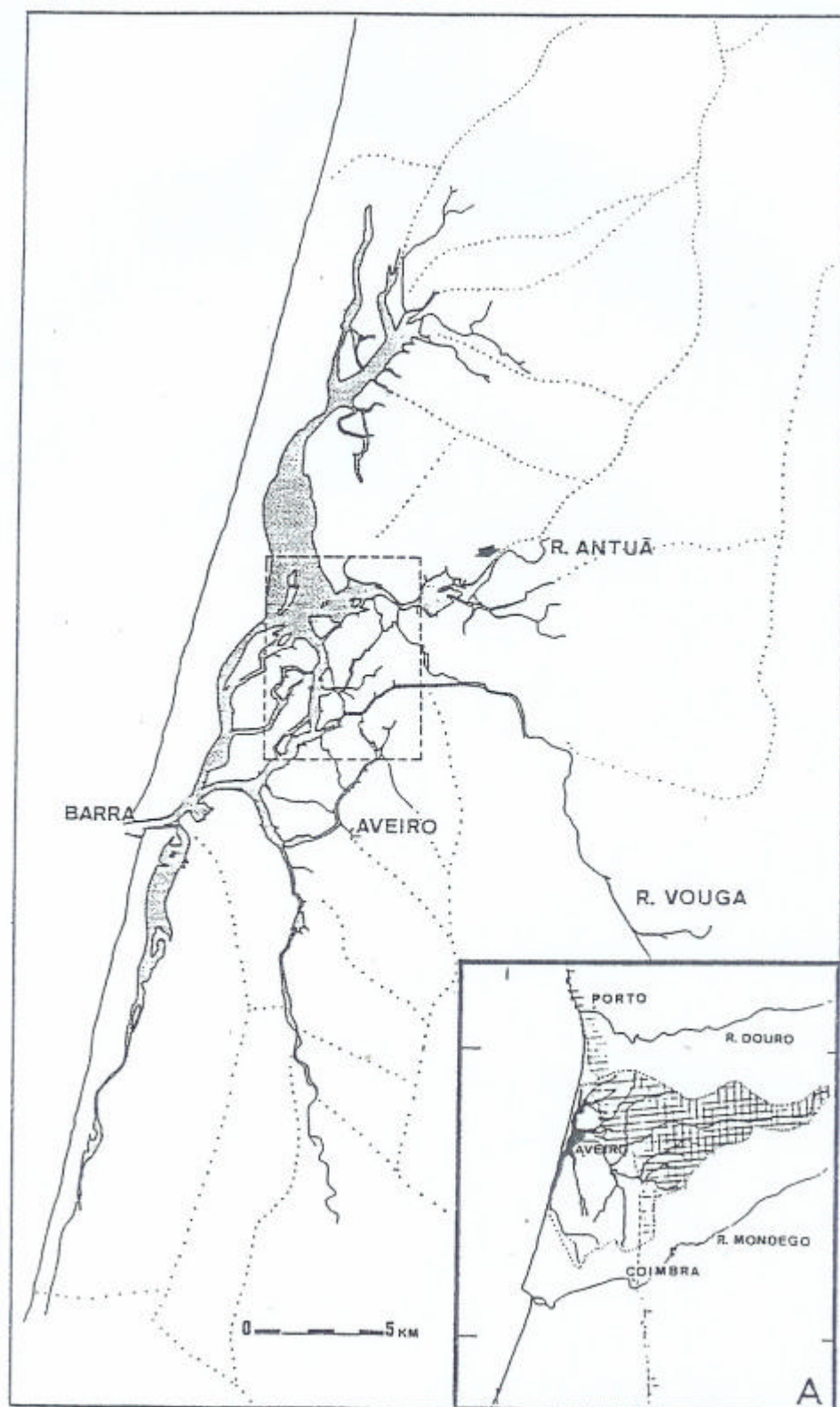


Figura 2.2 – Aspecto geral da Ria de Aveiro. A pontilhado estão representadas as bacias hidrográficas das linhas de água afluentes. A – Localização na Costa Portuguesa (Escala 1:100000)

2.3- Morfologia e Ambiente Sedimentar

As formas actuais observadas na Ria de Aveiro resultam, fundamentalmente, dos processos hidrodinâmicos que intervêm no transporte, erosão e deposição de sedimentos. A intervenção do homem tem sido um outro factor determinante do sentido geral da evolução, principalmente por ter actuado directamente na ligação do sistema com o mar.

A evolução morfológica da Ria de Aveiro deve-se à movimentação dos sedimentos recentes que formam o litoral de Aveiro entre Espinho e Cabo Mondego. Nos sedimentos comuns na Ria, as fracções granulométricas mais abundantes são a areia fina e o silte, frequentemente com alguma argila. No diagrama da **figura 2.3** estão representados os resultados da análise granulométrica de amostras de sedimento colhidas na zona norte do Canal de Ovar (SILVA, 1985). As areias predominam ao longo do cordão litoral e no leito dos canais próximos da barra. O sedimento mais fino, com comportamento coesivo, forma extensos bancos de maré em grande parte colonizados por vegetação halófitas

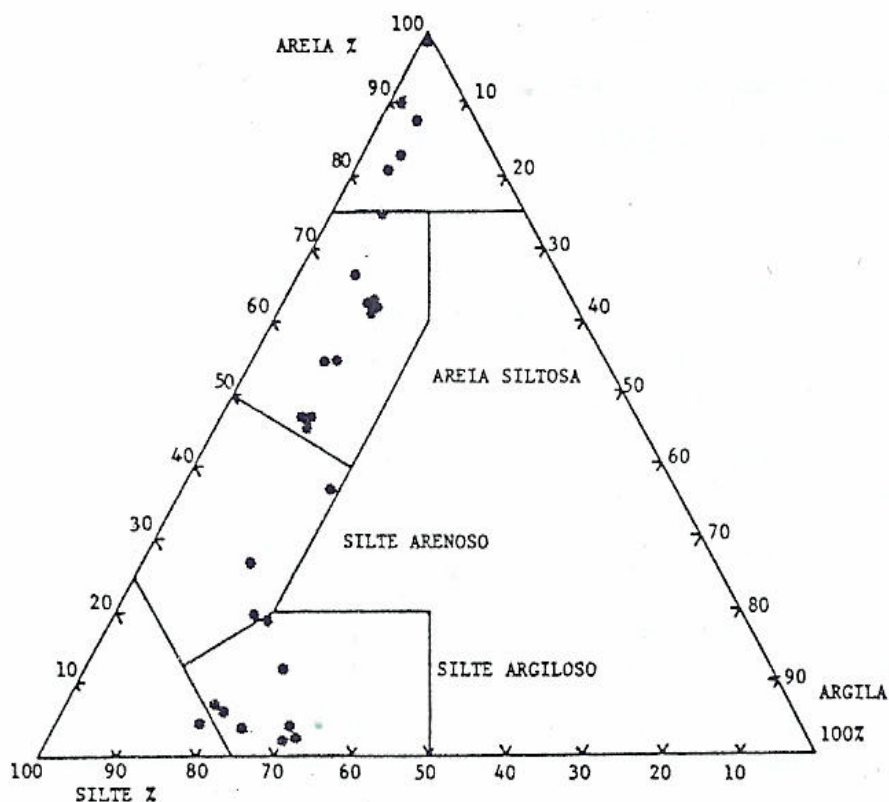


Figura 3 – Classificação gráfica da granulometria de amostras de sedimento colhidas no canal de Ovar (SILVA, 1985)

A origem e evolução dos bancos de maré, onde se acumula sedimento fino, indica que o ambiente de deposição é dominado por correntes de maré pouco intensas. A rebentação da ondulação causada pelo vento sobre esses bancos quase horizontais ocorre em pontos que

variam continuamente durante o ciclo de maré, actuando mais demoradamente próximo dos níveis médios de preia-mar.

Na **tabela 2.1** apresentam-se estimativas das áreas cobertas de água, correspondentes ao nível médio e à máxima preia-mar, bem como das áreas drenadas pelos rios afluentes. Estas áreas foram medidas numa carta à escala 1:50000.

Tabela 2.1 – Áreas correspondentes à divisão da Ria em ramos. Áreas submersas médias; áreas submersas nas máximas preia-mar; áreas drenadas pelas bacias hidrográficas dos Rios afluentes.

| RAMO | ÁREA MÉDIA | ÁREA EM P.M. | ÁREA DRENADA |
|--------------|-----------------------------|------------------------------|----------------------------|
| Aveiro | 4,35 Km ² | 20,98 Km ² | 27 Km ² |
| Ovar | 22,35 Km ² | 47,92 Km ² | 225 Km ² |
| Espinheiro | 8,68 Km ² | 33,38 Km ² | 2691 Km ² |
| Ílhavo | 1,45 Km ² | 8,10 Km ² | 189 Km ² |
| Mira | 3,73 Km ² | 8,00 Km ² | 375 Km ² |
| Total | 40,55 Km² | 118,38 Km² | 3507 Km² |

Admitindo que na Ria de Aveiro as correntes de maré são o principal agente modelador dos sedimentos depositados, é possível relacionar a evolução das formas observadas em levantamentos batimétricos com a acção das correntes, e a partir da observação das formas actuais concluir sobre a organização do campo de correntes existente.

2.4- Evolução Morfológica

A Laguna de Aveiro é muito recente e apresenta uma evolução muito dinâmica, como é característico dos sistemas litorais. Sofreu um processo evolutivo que durou aproximadamente 800 anos e que foi interrompido no século XVIII através da acção humana. O seu equilíbrio dinâmico tem-se mantido artificialmente, como resultado de constantes intervenções de engenharia na embocadura e que permitiram a manutenção da ligação ao mar.

É difícil imaginar locais como aqueles onde hoje se erguem Ovar, Estarreja, Aveiro, Mira ou Tocha directamente banhados pelo mar. No entanto, assim foi em tempos recuados, época em que uma ampla baía antecedeu a laguna contemporânea. Esta última adquiriu a sua formação actual entre os séculos X e XVII através do desenvolvimento de duas flechas arenosas, uma, progredindo de Espinho para Sul e outra subindo em latitude a partir do Cabo Mondego.

A baía localizada entre Espinho e o Cabo Mondego originou a Ria de Aveiro através de processos de deposição de areias com formação de cordões dunares litorais e de um sistema de ilhas no interior da laguna que se desenvolveram ao longo de cerca de 800 anos. A diminuição da influência marinha e o progressivo assoreamento da laguna foram processos que se acentuaram ao longo da sua evolução e tiveram um efeito importante na alteração das características

ecológicas e sócio-económicas da laguna.

O isolamento da laguna do mar provocou profundas alterações sócio-económicas, através de importantes reduções nas principais actividades lagunares: pesca e salicultura. Esta crise económica motivou a intervenção humana numa tentativa de manter aberta a comunicação com o oceano e assim travar o processo evolutivo natural de assoreamento e isolamento da laguna.

No século XIV, a costa formava um recorte curvilíneo, colocando algumas povoações em contacto directo com o mar, como é o caso de Ovar, Estarreja, Salreu, Angeja, Cacia, Aveiro, Ílhavo, Vagos, Portomar e Mira, assim como diversos cursos de água tais como os rios Vouga, Águeda e Antuã. Este facto encontra-se documentado no Portulano de Petrus Visconti de 1313.

Com a formação do Cordão Litoral e da Laguna Interior, que se conclui no século XVIII, os rios Vouga e Águeda passam a desaguar na Ria "... como se fossem raios de um círculo que nela tivesse o seu centro..." (AMORIM GIRÃO, 1935).

Convém aqui destacar a publicação de ROCHA e CUNHA, *O Porto de Aveiro*, Aveiro, Tip. "A Lusitânea", 1959, em que o autor nos remete para documentos que ilustram a evolução da costa, ao longo dos séculos, que originou a formação da Ria. Desta obra consta uma planta em que são reproduzidas as diversas fases da evolução da laguna (**Figura 2.4**).

A evolução da Ria de Aveiro está documentada cartograficamente a partir do fim do século XVIII. A causa principal da evolução recente foram as obras que continuamente foram sendo realizadas no canal de ligação com o mar e no que serve as zonas portuárias. Estas obras foram progressivamente facilitando a penetração da onda de maré na laguna. De observações realizadas em 1905 no molhe sul da barra, referidas por LEITÃO (1906), conclui-se que as amplitudes de maré variavam entre 1,45 m (marés vivas) e 0,7 m (marés mortas). Em observações mais recentes as amplitudes na barra variaram entre 2,5 m e 1,3 m. A comparação das amplitudes de maré prova que ocorreu uma grande alteração das condições hidrodinâmicas da Ria de Aveiro que naturalmente terá tido consequências na evolução morfológica do sistema mesmo em áreas afastadas da barra.

A evolução morfológica em curso actualmente é motivada por várias obras realizadas entre 1932 e 1986, que consistiram fundamentalmente na construção de molhes para canalizar os fluxos de maré na ligação com o mar. Em várias fases do avanço destas obras continuou a verificar-se o aumento da amplitude das marés na Ria de Aveiro e o aprofundamento do canal da barra (ABECASSIS, 1961). A evolução morfológica no resto da Ria está documentada por dois levantamentos hidrográficos detalhados, realizados em 1951-52 e 1987-88. A comparação destes levantamentos revela importantes modificações da morfologia de alguns canais, que sugerem uma alteração na organização geral do campo de correntes na zona central da Ria. A **figura 2.5** compara a morfologia dos canais mais profundos na zona central da Ria, de acordo com os levantamentos hidrográficos de 1951 e 1987. Verifica-se que a principal ligação da zona do Laranjo com o resto da Ria, o canal da Murtosa, tinha ligação preferencial com o canal de Ovar. Actualmente a ligação mais em evidência faz-se para Sul com o canal do Espinheiro. Esta

modificação morfológica recente e possivelmente ainda não concluída tem impacto na organização espacial do campo de correntes e, em consequência, nos processos que controlam a qualidade da água da zona central da Ria.

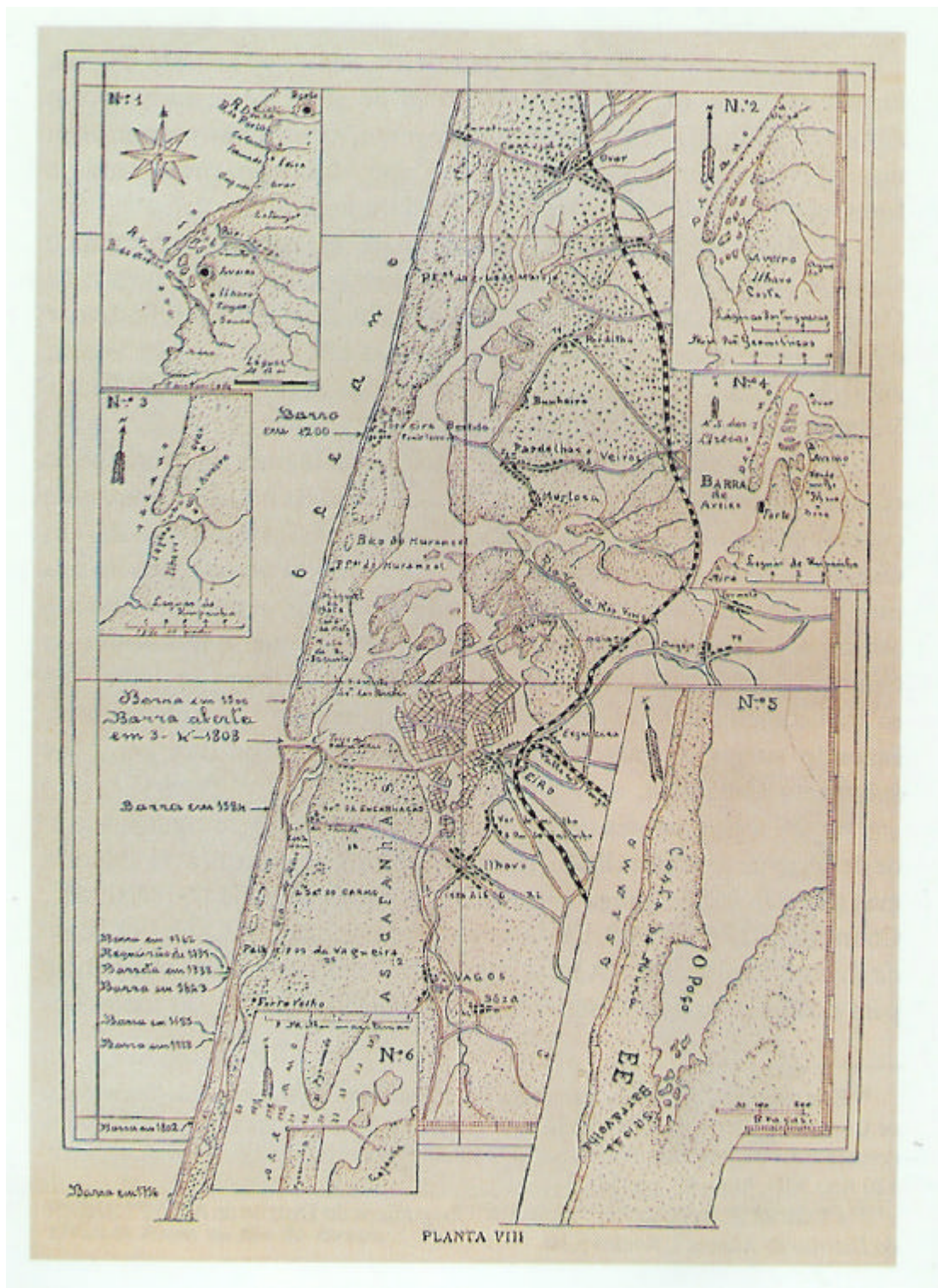


Figura 2.4 – Fases da Evolução da Ria de Aveiro.

A **figura 2.4** ilustra as diferentes fases de evolução da Ria de Aveiro, sendo pertinente a explicação dada por ROCHA e CUNHA (1959). As plantas números 1, 2 e 3 são reproduzidas, respectivamente do mapa da província da Beira, de João Silverio Carpinetti Lisbonense, ano 1762, e do atlas le Royaume du Portugal et dês Algarves par S. Sanson, paris, chez H. tailot, 1695. A planta número 4 indica a posição da barra em 1643, data em que foi construído o Forte Velho (Vagueira), do mapa da obra Le Portugal de P. Pla Augustin Desché, Geographe Ordinaire de S. Magesté, gravado em Paris, sem data. A posição da barra em 1756 é dada pela cópia nº 5, sendo uma cópia dos Serviços Geodésicos de 1780 levantada por Izidoro Paulo Pereira. A planta nº 6 representa a barra nova pouco depois da sua abertura.

Após várias tentativas, só em 1808 (século XIX) é que os trabalhos efectuados pelos engenheiros R. Oudinot e L. Gomes de Carvalho permitiram a manutenção de uma barra artificial, a Barra Nova de Aveiro, marcando o fim de um processo de evolução natural da laguna.

A barra artificial mantida no mesmo local desde então até à actualidade continuou a ser uma fonte de problemas. A tendência evolutiva é o assoreamento da laguna e da embocadura, por acção da deriva litoral que tende a repor os fundos aprofundados artificialmente. A **figura 2.5** mostra a evolução morfológica da zona central da Ria de Aveiro de 1951 até 1987.

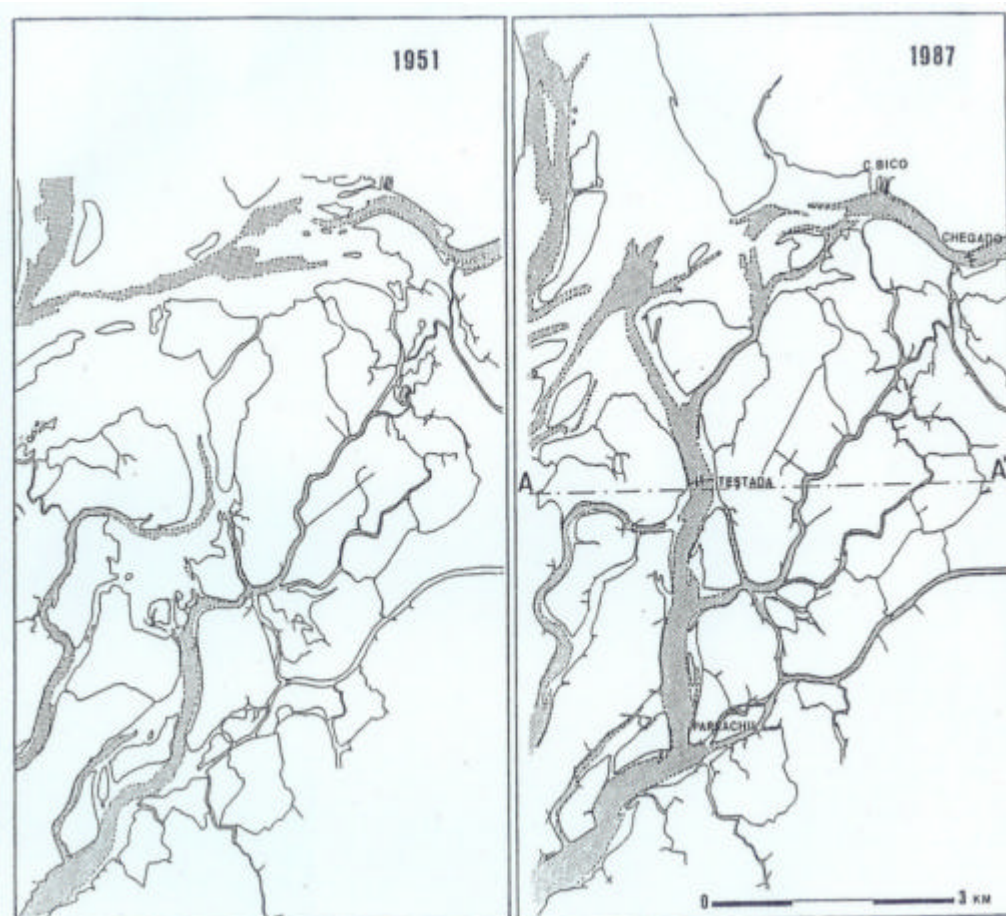


Figura 2. 5 – Evolução morfológica da zona central da Ria entre 1951 (A) e 1978 (B).
As zonas sombreadas situam-se abaixo do chamado Zero Hidrográfico.

2.5- Definição dos Canais Unidimensionais da Ria de Aveiro

A estrutura arborescente formada por canais de grande desenvolvimento longitudinal pode ser dividida em ramos quase independentes que se ligam a um canal principal que faz a comunicação entre a Barra e Aveiro (**figura 2.6**):

A – Canal de Ovar (desenvolve-se para Norte);

B – Canal de Espinheiro (desenvolve-se para Este);

C – Canal de Ílhavo (desenvolve-se para Sul);

D – Canal de Mira (desenvolve-se para Sul).

Esta divisão em ramos tem paralelismo nas características gerais da organização espacial do campo de correntes de maré, tal como foi mostrado por TELES e OUTROS (1991) usando um modelo hidrodinâmico bidimensional da Ria de Aveiro em toda a sua extensão. As linhas de divisão entre as bacias indicadas na **figura 2.6- B** correspondem a barreiras físicas existentes entre as bacias, à excepção da linha de divisão entre as bacias A e B. Neste trabalho esta linha é uma fronteira hipotética cuja consistência foi analisada por observações do campo de correntes.

Pela divisão em ramos consegue-se uma simplificação significativa em termos de representação do comportamento hidráulico da Ria resultante, quer da propagação da maré, quer da descarga de água doce afluente aos vários pontos onde desaguam os rios. Esta representação simplificada pode ser aplicada à formulação de modelos numéricos, discretos, ou de caixas, para a qualidade da água.

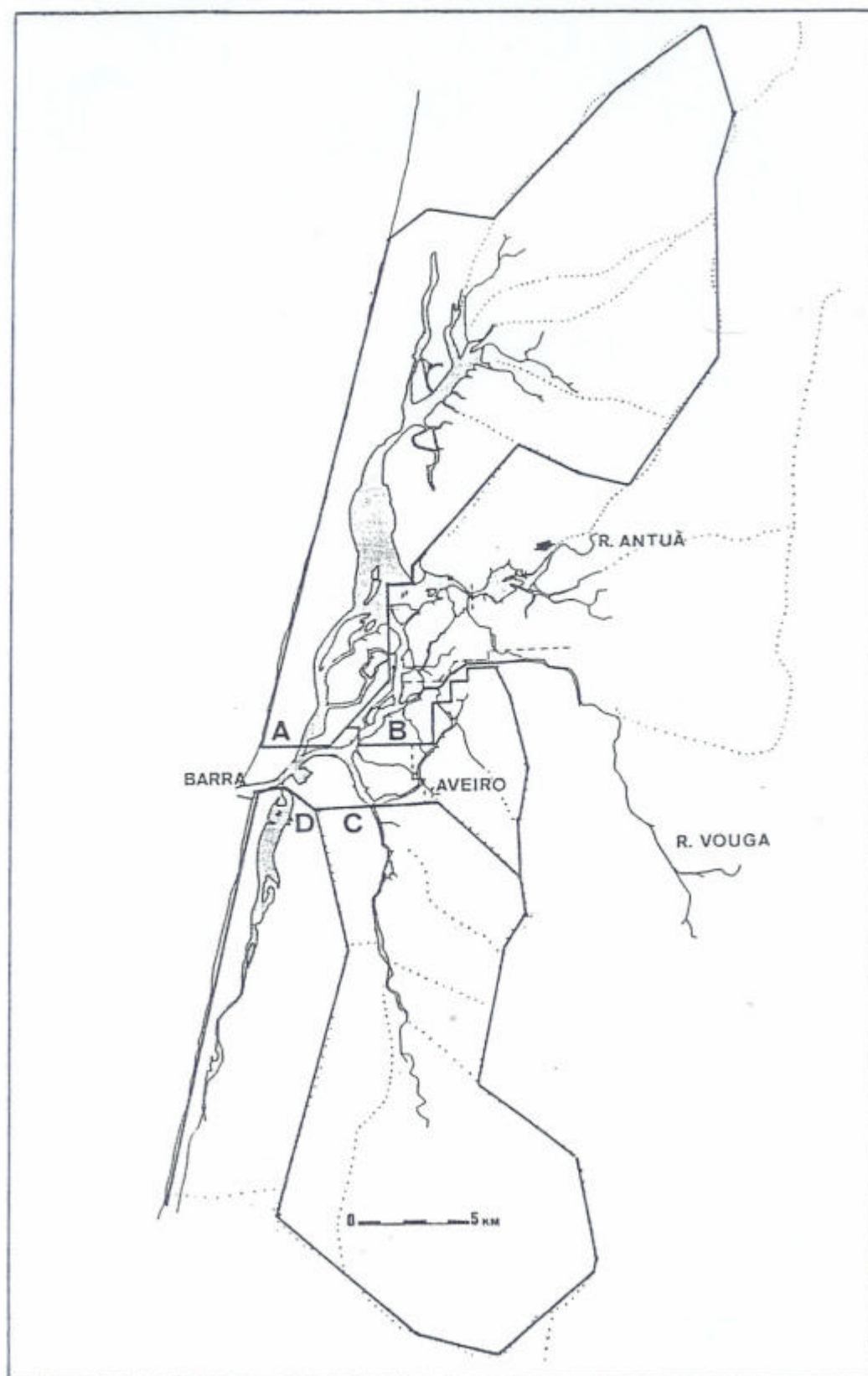


Figura 2. 6 – Divisão da Ria de Aveiro em ramos: A – Canal de Ovar; B – Canal do Espinheiro; C – Canal de Ílhavo; D – Canal de Mira.

2.6- Bacias Hidrográficas dos Afluentes da Ria de Aveiro

Na Ria de Aveiro predominam as correntes originadas pelas marés em relação às correntes devidas à descarga de água doce afluente. A importância da Ria como meio estuarino é posta em evidência através da **tabela 2.1**, na qual se indicam as áreas das bacias que são drenadas pelos diferentes ramos da Ria.

A Ria de Aveiro recebe os caudais dos Rios Vouga, Antuã, Caster e de outros pequenos rios, que no seu conjunto constituem uma área de bacia aproximada de 3.600 km². A natureza das rochas existentes, bem como as características climáticas da região, caracterizadas por precipitações muito reduzidas no período do Verão, causam grande variação sazonal entre o escoamento de períodos chuvosos e escoamento de base no Verão. Por este motivo, o escoamento médio anual é dominado pelos episódios em que ocorrem caudais elevados.

Os rios entram nos extremos interiores dos canais da ria, onde são um factor importante para a circulação e transporte de substâncias. Contudo, nos meses secos de Verão, o caudal dos rios desce significativamente, não chegando a compensar as perdas por evaporação. No interior da laguna são então registadas salinidades elevadas, originando um impacto negativo sobre os campos agrícolas próximos.

2.6.1- Bacia do Rio Vouga

O Vouga (**figura 2.7**) é o principal rio que desagua na Ria. A área da sua bacia hidrográfica, medida em projecção horizontal na escala 1:250000 está estimada em 2425 Km², e perto de 30% dessa área situa-se abaixo dos 100 m de altitude (FARIA e MACHADO, 1976). Realizaram-se medições do caudal do Rio Vouga em S. João de Loure, numa secção a que corresponde uma bacia de 2350 Km². A foz do rio Vouga situa-se no centro da Ria, facto que contribui para que o seu caudal tenha uma maior influência sobre o campo de salinidade de toda a Ria. O caudal do Rio Vouga é o maior dos rios afluentes à Ria, mas não é bem conhecido o seu comportamento anual. Convém referir que o caudal durante o período de Verão tem sido medido com uma frequência semanal pelo CENTRO FABRIL DE CACIA, PORTUCEL (1992).

A consulta da carta Geológica de Portugal (SERVIÇOS GEOLÓGICOS, 1968) e da carta Hidrogeológica de Portugal (SERVIÇOS GEOLÓGICOS, 1970) permite concluir que na área da bacia do Vouga se podem distinguir 3 zonas geológicas:

- A zona de cabeceira na qual predominam rochas graníticas de baixa permeabilidade;
- A zona média onde predomina o complexo xisto-grauváquico de muito baixa permeabilidade;
- A zona final, a partir da confluência com o Águeda, onde dominam rochas sedimentares com

permeabilidade variável e por vezes elevada.



Figura 2.7 – Vista do Rio Vouga.

2.6.2- Bacia do Rio Antuã

O Rio Antuã (**figuras 2.8 e 2.9**) é geralmente considerado o segundo rio mais importante que desagua na Ria de Aveiro. Drena uma área estimada, em cerca de, de 146 Km² e entra na Ria no seu extremo nascente, no Largo do Laranjo, próximo da foz do Rio Vouga. Na sua bacia hidrográfica predominam as formações do complexo xisto-grauváquico, com pequenos afloramentos de granito, de muito baixa permeabilidade. O comportamento do caudal do Antuã próximo da Ria tem sido caracterizado pela Brigada de Hidrometria do Baixo Mondego. Os dados obtidos na estação hidrométrica da ponte da Minhoteira constam dos anuários dos SERVIÇOS HIDRÁULICOS, HIDROMETRIA (1978- 1990) e constituem a mais completa fonte de informação sobre o comportamento do caudal de um rio que entra na Ria. Para o Largo do Laranjo também escoam linhas de água que drenam uma área estimada em 120 Km² com características semelhantes às da bacia do Rio Antuã Antuã.



Figura 2.8 – Troço do Rio Antuã.



Figura 2.9- Observação de troço do Rio Antuã, em Estarreja

2.6.3- Bacia do Canal de Ovar

Para o extremo Norte do Canal de Ovar (**figura 2.10**) drenam o Rio Cáster com uma bacia de 71 Km² e o Rio Gonde com uma bacia de 49 Km². As bacias destes rios têm por base, em grande medida, os terrenos xistosos impermeáveis do complexo xisto-grauváquico. A parte inferior destas bacias e a restante área drenada pelo canal de Ovar, estimada em cerca de 105 Km², situa-se em terrenos recentes constituídos por areias e aluviões. Apesar da área permanentemente coberta por água no canal de Ovar ser estimada em cerca de 50% da área total coberta por água na Ria, para este canal só escoa directamente cerca de 7% da área da bacia hidrográfica da Ria. Foram realizadas medições de caudal no Rio Cáster, na secção de Ovar, a que corresponde uma bacia de 71 Km², e no Rio Gonde, na secção de Entre-Águas, a que corresponde uma bacia de área estimada em 84 Km².



Figura 2.10 – Canal de Ovar.

2.7- Caudais afluentes à Ria de Aveiro.

À Bacia do Rio Vouga corresponde 69% de área drenada pela Ria de Aveiro. O conhecimento do comportamento do seu caudal é fundamental para a análise da dinâmica do meio estuarino da Ria. O caudal do Vouga tem sido observado em estações hidrométricas pela

Brigada de Hidrometria do Baixo Mondego. Os resultados compilados nos ANUÁRIOS DOS SERVIÇOS HIDRÁULICOS, HIDROMETRIA (1976/77) incluem várias estações no Rio Vouga, mas que são pouco úteis para a caracterização do caudal chegado à Ria, porque a estação de Angeja, única próxima da Ria e actualmente desactivada, situa-se num troço do rio sujeito a significativa influência das marés. A informação mais exacta sobre o comportamento do caudal do Rio Vouga é obtida em medições do caudal do rio (método velocidade/área) numa secção próxima de S. João de Loure, durante períodos de menor pluviosidade e com frequência semanal. Os resultados referentes ao período 1981/1991 foram facultados pelo centro FABRIL DE CACIA PORTUCEL (1992). Com estes resultados foi possível estimar o caudal médio do Rio Vouga nos meses de Agosto ($4,2 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$) e de Setembro ($4,3 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$). Contudo, não foi possível, apenas com estes dados estimar o caudal médio anual do Rio Vouga.

Sobre os caudais drenados pelo canal de Mira não foi possível obter qualquer informação. Os canais escoados pelo Rio Antuã são relativamente bem conhecidos na secção da ponte da Minhoteira que corresponde a 77% da área drenada. FARIA e MACHADO (1976) calcularam, utilizando um balanço hidrológico, o escoamento específico médio para a bacia do rio Vouga, tendo obtido o valor de 660 mm/ano. Na **tabela 2.2** resumem-se os dados de caudal que foram obtidos por FARIA e MACHADO (1976).

Tabela 2.2- Resumo de estimativas de caudais médios (Q) do Vouga e do Antuã.

| RIO | VOUGA | ANTUA | MÉTODO |
|-------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------|
| Q. médio anual | $50 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ | ---- | Balanço hidrológico |
| O. médio anual | ---- | $4,5 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ | Hidrometria, 1978/90 |
| Q. médio Agt/Set. | $4,3 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ | $1,0 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ | Hidrometria, 81-91; 78-90 |
| Q. médio Agt/Set. | $1,8 \text{ ls}^{-1}\text{Km}^{-2}$ | $6,4 \text{ ls}^{-1}\text{Km}^{-2}$ | cálculo |

Na **tabela 2.3** indicam-se os caudais médios anuais calculados admitindo que o escoamento médio anual de 660 mm/ano é aplicável a todas as áreas drenadas pela Ria de Aveiro. Indicam-se igualmente os caudais médios dos meses de Agosto e Setembro, calculados admitindo um caudal específico igual ao observado para o Rio Vouga ($1,8 \text{ ls}^{-1}\text{Km}^{-2}$). Uma parte significativa do volume correspondentes a esses caudais médios deve chegar à Ria nos períodos curtos em que ocorrem caudais de cheia. O caudal mais frequente será por isso bastante inferior ao valor calculado, que poderemos tomar como um limite máximo para calcular o volume médio de água doce a escoar pela Ria em cada ciclo de maré. Em média anual esse volume é cerca de $0,3 \text{ mm}^3$.

Tabela 2.3- Caudais médios calculados (Q) afluentes a cada bacia da Ria de Aveiro.

| BACIA | AREA DRENADA | Q. ANUAL | Q. AGT/SET. |
|--------------|----------------------------|---|--|
| Aveiro | 27 Km ² | 0,6 m ³ s ⁻¹ | 0,0 m ³ s ⁻¹ |
| Ovar | 225 Km ² | 4,7 m ³ s ⁻¹ | 0,4 m ³ s ⁻¹ |
| Espinheiro | 2691 Km ² | 56,3 m ³ s ⁻¹ | 4,8 m ³ s ⁻¹ |
| Ilhavo | 189 Km ² | 4,0 m ³ s ⁻¹ | 0,3 m ³ s ⁻¹ |
| Mira | 375 Km ² | 7,8 m ³ s ⁻¹ | 0,7 m ³ s ⁻¹ |
| Total | 3507 Km² | 73,4 m³s⁻¹ | 6,3 m³s⁻¹ |

2.8- Características do equilíbrio Hidráulico e Aluvionar da Ria de Aveiro.

A Ria de Aveiro é, sob o ponto de vista hidráulico, uma laguna e não uma Ra como vulgarmente é chamada. Numa Ra o mar lança-se através de uma passagem franca por terra adentro, indo preencher vales profundos. Ora, no acidente geográfico aveirense, o mar penetra com alguma dificuldade através de uma passagem mais ou menos estrangulada (embocadura artificial), no interior de uma lagoa com fundos pouco profundos e onde a afluição de água doce tem importância no comportamento hidráulico da laguna. Através dessa embocadura, de pequena largura, processa-se uma constante troca de massas de água correspondente à penetração na laguna da onda de maré que se propaga de sul para norte ao longo da costa oeste de Portugal. A sua propagação nos canais da Ria, conjugada com os fluxos de origem fluvial às suas cabeceiras, origina movimentos de água no interior da laguna, caracterizados por oscilações de níveis e correntes, que a seguir se transcrevem.

As correntes de circulação das massas de água originam forças de arrastamento sobre os fundos que provocam a movimentação dos sedimentos arenosos e lodosos que os formam, estabelecendo-se situações de equilíbrio dinâmico que condicionam a morfologia da laguna.

Torna-se, por isso, importante o conhecimento do equilíbrio hidráulico e aluvionar da laguna, pois eles condicionam as actividades humanas e os interesses da que se desenvolvem na sua área de influência.

2.8.1- Funcionamento Hidráulico do interior da laguna

A onda de maré que se desloca de Sul para Norte ao longo da costa Oeste de Portugal penetra na embocadura e estende-se pela laguna ao longo dos seus canais e bacias até se dissipar nas suas cabeceiras. Os registos dessa deslocação estão limitados à zona de influência do Porto de Aveiro. Da análise desses registos destaca-se o seguinte: À medida que a maré avança para o interior da laguna, sofre reduções de amplitude, atrasos e deformações

acentuadas.

Além dos caudais de água salgada que penetram pela embocadura, a laguna recebe também as afluições de água doce dos rios Vouga e Antuã e das restantes linhas de água que nela desaguam. A superfície do território drenado pela Ria de Aveiro está estimada em 3.680 Km² (valor da área da bacia hidrográfica definida pela embocadura da laguna). Desta área, 2.400 Km² correspondem à bacia hidrográfica do rio Vouga, estabelecida até à ponte de Angeja.

2.8.2- Funcionamento hidráulico da orla marítima lagunar

Consideram-se duas zonas distintas, sob o ponto de vista de movimentação da água:

- a) A zona formada pelas praias a norte e sul da embocadura da laguna, na qual a movimentação da massa de água é a decorrente do regime de agitação característico deste trecho da costa portuguesa;
- b) A zona de influência da embocadura, na qual se conjugam as actuações da agitação marítima e das correntes de maré originadas pelo refluxo e afluxo de caudais à laguna.

Relativamente ao regime de agitação da costa de Aveiro salientam-se os seguintes aspectos:

- As ondas mais frequentes apresentam alturas que variam entre 1 e 2 metros e rumos centrados em 15° NW, que coincide com a normal ao alinhamento ou perfil geral da costa da laguna.
- Este escalão de alturas (1 – 2 m) cobre 45% das ocorrências totais. Ondas de altura de 3 metros, aparecem com uma frequência de 15 %, enquanto que ondas com alturas iguais ou superiores a 6 metros aparecem com uma frequência de 2 %.
- O escalão de períodos mais frequentes está compreendido entre 9 e 11 s e as ondas de maior altura apresentam períodos mais elevados.

2.8.3- Movimentação aluvionar do interior da laguna

As amostras de sedimentos recolhidos no interior da laguna apresentam, geralmente, uma mistura de materiais arenosos e lodosos. A percentagem de lodos aumenta à medida que se avança para o interior dos canais da laguna, acompanhando a diminuição do efeito das correntes de maré. Este facto não se verifica no percurso principal de escoamento das águas do Rio Vouga, ao longo do canal do Espinheiro e do Rio Novo do Príncipe, até Cacia, onde o teor de lodos se mantém diminuto. Nas zonas laterais de expansão da maré, onde as correntes são mais fracas, a percentagem de lodos aumenta consideravelmente.

Encontram-se, assim, percentagens elevadas de lodos nas zonas marginais de todos os canais e bacias da laguna e nos talvegues a montante da Torreira, Cais do Bico, Vista Alegre e Vagueira.

2.8.4- Movimentação aluvionar na orla marítima lagunar

A análise granulométrica de algumas amostras de areias das praias da orla lagunar mostra que o diâmetro médio do grão é, aproximadamente, 0,60 mm. Sabe-se que os diâmetros deverão ser superiores na faixa de rebentação, para decrescerem com a profundidade, ao largo da rebentação, até valores muito inferiores ao referido.

Na zona do banco exterior, fronteiro à embocadura, verifica-se a existência de areias mais grossas, correspondentes ao desenvolvimento do canal natural moldado pelo jacto vazante, e o decréscimo acentuado dos diâmetros dos grãos de areia com a profundidade, na orla do banco.

2.9- Enquadramento Geológico

A região em estudo faz parte do segmento mais setentrional da Orla Meso-Cenozóica Ocidental, unidade situada a Ocidente do Maciço Hespérico, no limite entre as zonas Centro – Ibérica e Ossa Morena. (Figura 2.11)



Figura 2.11- Enquadramento Geológico Estrutural da Ria de Aveiro.

Do ponto de vista geológico, o domínio Litoral é constituído por formações sedimentares, essencialmente, arenosas. Para o interior desta faixa arenosa os terrenos incluem formações que vão do Triásico Superior ao Holocénico, embora existam algumas lacunas estratigráficas importantes, resultantes das condições paleogeográficas evidenciadas. A natureza litológica das rochas sedimentares inclui rochas de fácies marinha carbonatada, de fácies salobras (ambiente lacustre ou marinho lacustre) e rochas de fácies continental, maioritariamente (**Figura 2.12**).

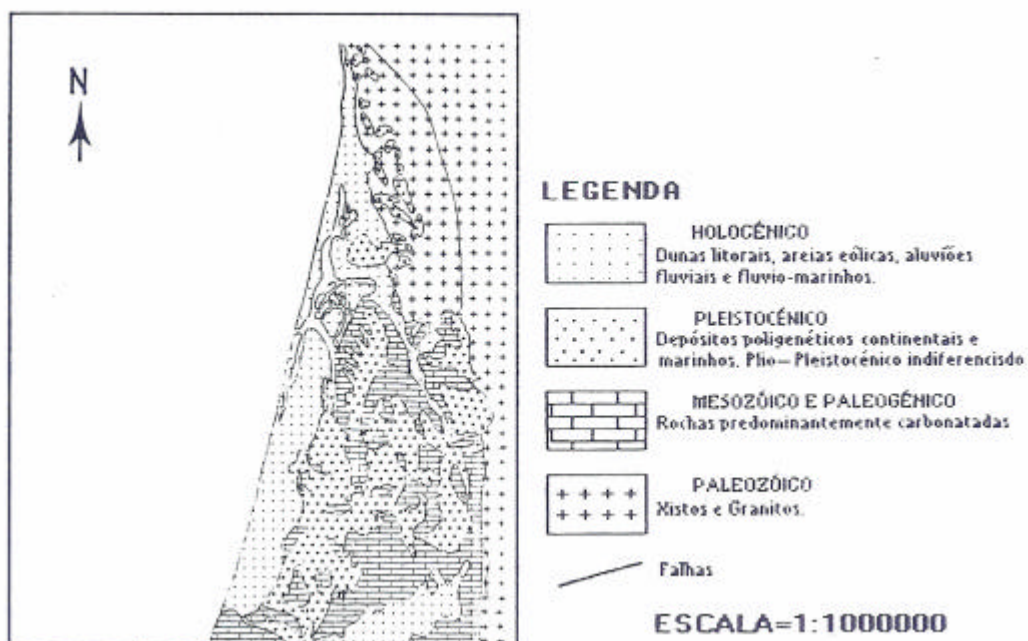


Figura 2.12 – Esboço Geológico da Região em estudo

A sequência geral de deposição é regressiva e relaciona-se com o enchimento da grande bacia sedimentar originada pela fracturação da Pangea e abertura do Atlântico. Sobre as formações sedimentares mais antigas, Mesozóicas e Cenozóicas, depositaram-se sedimentos Terciários e Quaternários de natureza fundamentalmente detrítica.

A não continuidade estratigráfica superficial resulta, sobretudo, da ocorrência de fenómenos tectónicos que se manifestam por falhas que originaram descontinuidades, sendo também as principais responsáveis pela depressão tectónica onde se instalou a laguna. Este falhamento afectou todos os sedimentos até final do Cretácico. No entanto, é difícil verificar a existência de falhas porque as mesmas se encontram encobertas por sedimentos mais recentes.

2.9.1- Litoestratigrafia da Região em estudo

Paleozóico e Proteozóico: (Unidade IV)

O substrato da bacia sedimentar de Aveiro é constituído, no extremo norte, por:

- gnaisses e migmatitos datados do Proterozóico;
- granitóides do Proterozóico.

Nas restantes zonas o substrato compreende micaxistos e xistos considerados de idade Proteozóica. **Na figura 2.13** pode observar-se um esboço simplificado da região.

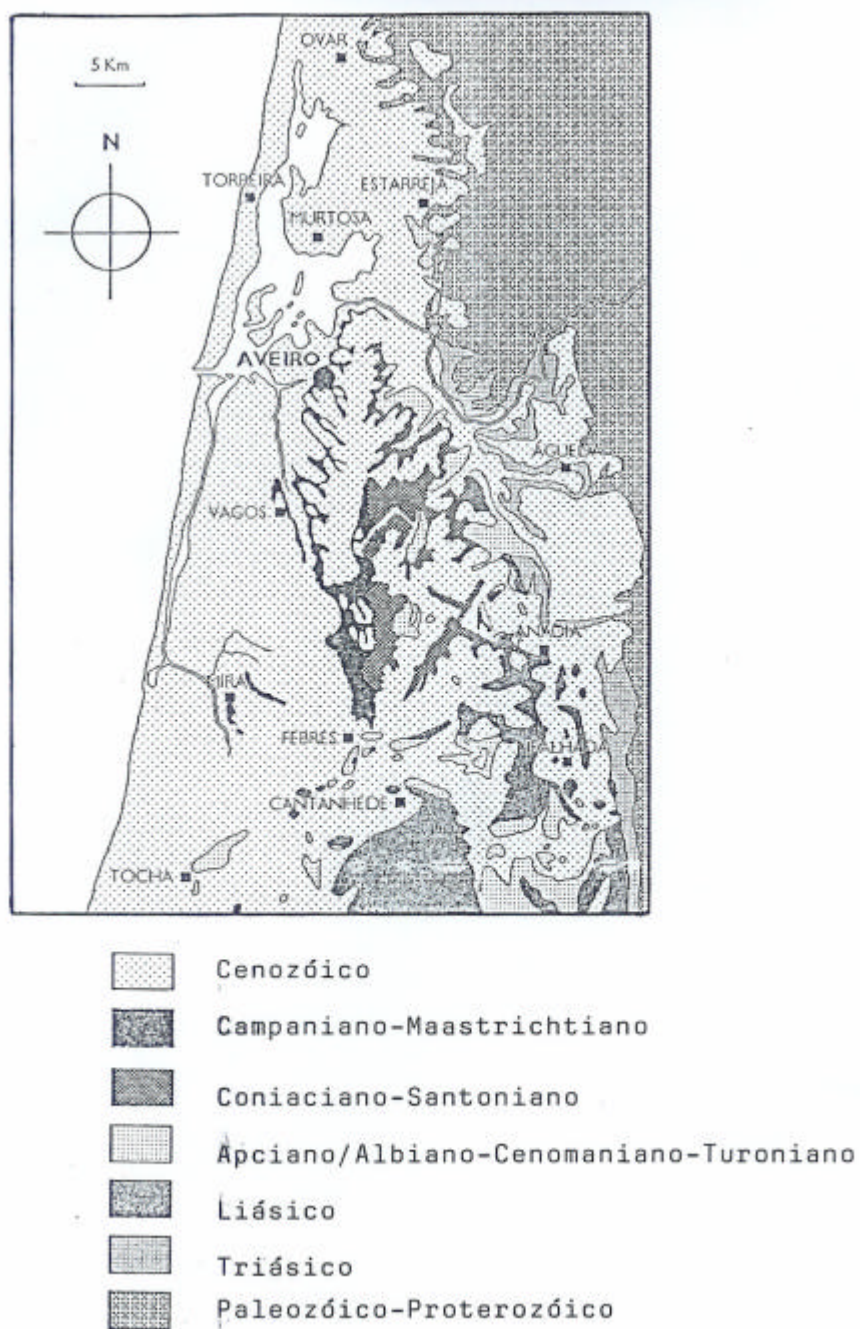


Figura 2.13 – Esboço Geológico simplificado da Região.

Triásico: (Triásico Superior – Reciano)

No Triásico podem distinguir-se, de Norte para Sul, o afloramento de Frossos de S. João de Loure – Pinheiro; o afloramento de Macinhata do Vouga – Valongo – Travesso, que se estende até Norte e este de Águeda; o afloramento que se estende do SW desta cidade até um pouco a NW de Aguada de Baixo; os afloramentos de Oliveira do Bairro – Sangalhos – Sá; o afloramento que ocorre a Sul de Avelãs de Caminho – Avelãs de Cima – e, finalmente a grande mancha que se estende desde o Sul de Anadia até um pouco a Norte de Pampilhosa (**Figura 2.13**).

O Triásico está representado por formação correspondente ao “Grés de Silves”, os mais antigos depósitos Mesozóicos geológicos. Esta unidade ocorre também em muitas outras zonas do país. Na parte inferior desta formação predominam os conglomerados, entre os quais se observam blocos de quartzo e quartzito. Para além dos conglomerados ocorrem ainda arenitos que, geralmente, são grosseiros, micáceos, muito compactos, vermelhos e alternam com camadas de calhaus mais ou menos rolados e com leitos argilosos. Para o topo da formação, a granulometria torna-se mais fina e os arenitos apresentam estratificação entrecruzada. A formação descrita também se designa por grés de Eirol.

Jurásico: (Jurásico inferior – Liásico)

Os afloramentos de formações do Liásico estão pouco representados nesta região. Ocorrem a Este da estrutura Palhaça – Mamarrosa – Febres, nas zonas de Montinho – Vilarinho do Bairro e de Oliveira do Bairro e, recentemente, foram também detectados em Aveiro – Mamodeiro e Fermentelos (**Figura 2.13**).

As formações do Liásico englobam, da base para o topo, as “margas de Dagorda”, as “Camadas de Coimbra”, as Camadas de S. Miguel” e as “Margas de Eiras”, segundo ROCHA e GOMES (199, 1992).

As “margas de Dagorda” têm uma cor acastanhada, podendo ser arenosas, e conter dolomite e minerais evaporíticos. São sobrepostas pelos calcários margosos dolomíticos, de cor amarelada, também designados por “Camadas de Coimbra”, aos quais se seguem os calcários margosos, “Camadas de S. Miguel”, e ainda as margas gresosas e grés margosos, “Margas de Eiras” (**Tabela 2.4**)

Sobre estas formações assenta a série sedimentar Cretácica, situação que leva a admitir a existência de uma considerável lacuna estratigráfica.

Cretácico Inferior: (Apciano)

A série Cretácica começa com uma formação gresosa, o chamado “Grés da Palhaça”, o qual está apenas representado por pequenas manchas a Este de Oliveira do Bairro (**Figura 2.13**).

O “Grés da Palhaça” apresenta tonalidade branca ou cinzento claro, quando tem grão

grosseiro, ou tonalidade vermelha ou violeta, quando tem grão fino argiloso. Por vezes, ocorrem lentículas de calhaus siliciosos, sobretudo próximo da base, passando depois a arenito grosseiro, por vezes fino.

Tabela 2.4- Unidades Litoestratigráficas Meso-Cenozóicas definidas na Região (segundo TEIXEIRA e ZBYZEXSKI, 1976, e ROCHA e GOMES, 1991, 1992)

| Unidades litoestratigráficas | Litologia | Idade |
|---|---|--|
| Dunas, areias eólicas, de praia, aluviões | Areias finas e médias | Quaternário (Holocénico) |
| Depósitos de praias antigas e terraços fluviais | Areias médias e grosseiras, com burgau, com níveis argilosos | Quaternário (Plio- Pleistocénico) |
| Unidade IV | Areias finas e lodos, com conchas | Holocénico |
| Unidade III | Areais finas argilosas, micáceas com conchas | Plio-Pleistocénico |
| Unidade II | Areias finas argilosas | Neogénico (?) |
| Unidade I | Calcários margosos e margas, com níveis superiores gresosos, grosseiros | Paleogénico (?) |
| Argilas de Aveiro | Argilas e margas, com níveis calcários | Campaniano- Maastrichtiano |
| Grés de Verba | Grés margosos e margas gresosas | Coniaciano- Santoniano |
| Grés de Oiã | Grés argilosos e argilas arenosas | Turoniano superior – Coniaciano inferior |
| Grés micáceo | Grés grosseiros a médios, micáceos, com níveis argilo-margosos | Cenomaniano superior – Turoniano |
| Formação carbonatada | Calcários margosos, margas, grés finos margosos | Cenomaniano |
| Grés da Palhaça | Grés médios e grosseiros, sub-arcósicos | Apciano /Albiano – Cenomaniano inferior |
| Margas de Eiras | Margas gresosas e grés margosos | Carixiano – Domeriano |
| Camadas de S. Miguel | Calcários margosos | Lotaringiano superior – Carixiano inferior |
| Camadas de Coimbra | Calcários margosos dolomíticos | Sinemuriano – Lotaringiano inferior |
| Margas de Dagorda | Margas arenosas | Hetangiano |
| Grés de Eirol | Grés argilo-margosos vermelhos | Reciano |

Cretácico Médio: (Cenomaniano – Turoniano)

O Cretácico Médio aflora em manchas dispersas. Efectivamente, verifica-se a existência de uma série de pequenas manchas entre Estarreja e Angeja, e um outro grupo de manchas bordejando o Senoniano (Cretácico Superior), a Sul de Esgueira, Eixo – Oliveirinha – Eirol, a Sul desta localidade, a Noroeste e Este de Mamodeiro, na Mamarrosa, algumas pequenas manchas dispersas no seio do Quaternário a Sul de Oliveira do Bairro e, finalmente, no extremo Sul da região, ocorrem também algumas pequenas manchas igualmente dispersas no seio das formações Quaternárias (**Figura 2.13**).

O Cretácico Médio inicia-se com os “Calcários de Mamarrosa” ou “Formação Carbonatada”, frequentemente margosa e descontínua, e com espessura reduzida.

Segue-se uma formação gresosa, de grão médio a grosseiro, pontualmente mais fino, com espessura de algumas dezenas de metros, designado, por “Grés micáceo”

Cretácico Superior: (Senoniano= Santoniano, Maastrichtiano)

O Senoniano distribui-se em manchas muito profusas, algumas bastante extensas, que afloram desde a Norte de Cacia até oeste e norte de Oliveirinha do Bairro (**Figura 2.13**).

Segundo ZBYZEWSKY, podem-se distinguir no Senoniano dois tipos de complexos:

- O complexo gresoso com intercalações avermelhadas constituído por grés argiloso – margoso, com intercalação de margas e de argilas, por vezes carregadas de seixos. Correspondem-lhes as formações “Grés de Oiã” e “Grés de Verba”. O “Grés de Oiã” apresenta grão grosseiro a médio, com lenticulas argilosas, tem tons acastanhados, avermelhados e arroxeados, com quartzo rosa e com espessura de cerca de 50 metros. O “Grés de Verba” exhibe cor mais acinzentada e apresenta intercalações de margas e de argilas amarelas ou cinzentas com elementos avermelhados, ou ainda, intercalações de calcário margoso e de grés calcário.
- O complexo argilo – margoso, compreende argilas e margas arenosas acinzentadas, esverdeadas, acastanhadas e avermelhadas, por vezes com seixos de pequenos tamanhos, com intercalações de grés argilosos ou calcários, de areias argilosas, cinzentas ou ainda, calcários margosos acinzentados. Corresponde à formação denominada “Argilas de Aveiro”.

Nota-se a existência de uma importante lacuna estratigráfica entre o fim do Senoniano e o Plio – Pleistocénico.

A ocorrência de formações Paleogénicas na Bacia Sedimentar de Aveiro foi recentemente admitida por ROCHA e GOMES (1991, 1992), que sub-dividem os sedimentos Cenozóicos em quatro unidades (**tabela 2.4**).

Plio – Pleistocénico:

As formações Plio – Pleistocénicas e Pleistocénicas são constituídas por depósitos de praias antigas (cascalhos e areias) e depósitos de terraços fluviais, formando como que ilhotas segundo um alinhamento entre Espinho, Ovar, Estarreja, derivando para Murtosa. Encontram-se também desde Cacia, a norte de Aveiro, até Ílhavo e Calvão (Vagos), a sudoeste de Aveiro, ao redor de Oliveira do Bairro e para sul de Anadia.

Os depósitos de praias antigas são formados, essencialmente, por leitos de areias e cascalheiras de calhaus rolados, distinguindo-se também leitos de argilas.

Alguns dos depósitos de terraços fluviais podem observar-se ao longo do rio Vouga e na região de Requeixo, Eirol e Eixo. Confundem-se muitas vezes com os depósitos de praia, sendo no entanto mais grosseiros.

Holocénico:

Os terrenos atribuídos ao Holocénico ocupam uma extensa zona limitada, a Oeste, pela orla marítima, sendo o seu contorno oriental estabelecido pela linha que une as localidades Espinho, Ovar, Estarreja, S. João de Loure, flectindo depois para Cacia, e passando a Oeste de Aveiro e Vagos. Outra faixa estreita e contínua estende-se desde S. João de Loure para Sudoeste segundo uma estreita faixa até Sul da Mealhada.

A região descrita é baixa e arenosa, sendo ocupada, em grande parte da sua extensão, por terrenos constituídos por areias eólicas que formam dunas que se incluem em dois tipos bem diferenciados; por um lado, as dunas frontais do cordão litoral, e por outro lado, os campos de dunas mais antigos que se estendem para o interior, apresentando formas relativamente bem conservadas.

Na área em estudo existem também depósitos argilosos (aluviões) que são utilizados para fins agrícolas.

2.10- Evolução Geológica

Em tempos remotos, ante-Paleozóicos, a região esteve coberta por mares em cujo fundo se depositaram sedimentos que vieram por efeito da acção do metamorfismo dar origem às rochas metamórficas do complexo-xisto-grauváquico. Efectivamente, durante o Paleozóico, aqueles terrenos foram metamorfizados, dobrados, fracturados e sofreram forte acção erosiva, resultando um relevo muito irregular. Sobre aqueles terrenos depositaram-se sedimentos detríticos e químicos que deram origem aos arenitos de Eirol e a outros sedimentos que lhe sucederam em

vários ciclos e períodos geológicos que foram erodidos total ou parcialmente.

No Cretácico Superior, a formação de uma importante e extensa fractura, provocou o desnivelamento do conjunto onde o rio Vouga instalou a parte final do seu curso. A orientação desta fractura poderá ter condicionado a erosão dos terrenos de toda a orla ocidental, principalmente na última fase regressiva, correspondente à última Grande Glaciação, durante a qual o nível das águas dos oceanos terá descido aproximadamente 100 metros em relação ao nível médio das águas do mar actual.

O conhecimento do local exacto onde o Rio Vouga desagua no oceano, nessa época, indicaria o local em que, actualmente, os sedimentos da “Ria” se apresentam com maior espessura, o que contribuiria para o conhecimento do relevo do substrato que sustenta todos os sedimentos mais recentes da Ria.

As zonas em que o substrato apresenta maior profundidade situam-se a norte da Torreira (NW da Murtosa), sugerindo que o rio Vouga, na última fase regressiva, escavou os terrenos do substrato em zonas mais profundas, a Norte de Aveiro, e só em fase de transgressão (com acumulação de sedimentos e invasão do oceano) a desembocadura do Rio Vouga (Barra) teria migrado para Sul.

2.11- Enquadramento Climático

O clima da região litoral de Aveiro é condicionado pela sua posição geográfica, no bordo Ocidental do continente, a latitudes intermédias, na zona de confluência sazonal das massas de ar polares e tropicais. No período de Inverno prevalece a acção dos ventos de Oeste, gerando instabilidade e precipitação. Verifica-se que a precipitação colhida no semestre de Inverno é tripla da registada no período de Verão.

A variação anual das condições atmosféricas Norte – Atlânticas é a principal responsável pela evolução dos parâmetros climáticos. No entanto, em períodos de regularidade atmosférica podem prevalecer regimes de circulação diversos, como as brisas locais, cuja direcção é determinada pela orientação do litoral.

2.11.1- Temperatura

A região em termos climáticos, apresenta características de clima subtropical, sendo a temperatura média anual estimada, aproximadamente, em 15º C. Os períodos mais quentes da região ocorrem nos meses de Junho, Julho e Agosto. Neste período de tempo as temperaturas ultrapassam os 22ºC, podendo mesmo atingir os 30ºC. As temperaturas são mais baixas nos meses de Dezembro, Janeiro e Fevereiro, mas a temperatura média, nos meses mais frios,

raramente é inferior a 10°C. A região possui um clima ameno, pois as temperaturas não sofrem grandes oscilações ao longo do ano.

2.11.2- Humidade

Quanto a este factor climatérico, as médias anuais de humidade do ar estão compreendidas entre 79 e 88 %, resultando estas percentagens elevadas da evaporação permanente que se verifica na Ria e ainda da humidade trazida pelos ventos quentes que, soprando do mar, são influenciados pela Corrente do Golfo.

2.11.3- Precipitação

A precipitação média anual na laguna ronda os 1000 mm e o coeficiente de variação, para um período de 30 anos é de 0,26. As chuvas ocorrem com maior intensidade em Janeiro (135 mm), Novembro (130 mm) e Dezembro (125 mm), registando-se os valores mínimos em Julho (12 mm) e Agosto (16 mm).

2.11.4- Ventos

Os ventos, na região, são uma constante ao longo de todo o ano, com predominância dos ventos de Noroeste e Norte. No Inverno, há grande variedade de ventos, com importância decrescente de Sul, Norte e Sudeste. Na Primavera, a variedade é menor, sendo predominantes os ventos de Noroeste e, menos acentuados, os de Norte, situação que se repete no período de Verão. No Outono, a predominância de Noroeste vai diminuindo, daí resultando o aumento progressivo da influência dos ventos de Sudeste e Sul.

2.12- Ecologia

A Ria de Aveiro integra uma diversidade de habitats, facto que lhe confere uma inegável importância ecológica. Não vamos desenvolver muito este tema dada a extensão que exigiria e por o considerarmos menos pertinente para o efeito desta dissertação.

Na Ria de Aveiro existe uma grande diversidade de espécies, constituindo um importante local de viveiro para peixes na fase juvenil do seu ciclo de vida. Suporta, com base nos dados conhecidos, aproximadamente, 64 espécies de peixes, 12 espécies de anfíbios, 8 espécies de répteis, 173 espécies de aves e 21 espécies de mamíferos (BORREGO, 1996). Segundo SILVA (1999) as espécies de peixes de maior interesse são a solha (*Platichthys flesus*), o linguado (*Solea vulgaris*), o robalo (*Dicentrarchus labrax*), a taíinha (*Oedalechilus labeo*) e a enguia (*Anguilla anguilla*).

Os sapais, de aspecto uniforme, constituem locais de elevada produtividade biológica e

conferem um aspecto característico aos canais e às numerosas ilhas existentes. Nas vasa e lodos, a descoberto na maré vasa, encontram-se crustáceos e moluscos, enquanto que nas salinas se concentram numerosas aves. Os terrenos agrícolas envolventes contêm caniçais e juncais, amieiros, choupos e salgueiros, vegetação onde se refugia importante população de passeriformes. Charcos e valas são habitados por numerosos batráquios, enquanto que em linhas de água mais recônditas surge a Lontra (*Lutra lutra*) que é, hoje em dia, classificada com o estatuto de ameaçada. O cordão dunar, para além de representar uma barreira natural contra o avanço do mar, caracteriza-se pela presença de comunidades vegetais específicas.

A Ria de Aveiro, além de constituir uma reserva significativa de água e de ser habitat permanente de uma fauna e flora riquíssimas, serve como etapa fundamental nas migrações das aves aquáticas, nomeadamente de anátídeos e limícolas. Esta região constitui, para as aves aquáticas, um local de nidificação, abrigo, descanso e alimentação durante as viagens migratórias.

Na Ria de Aveiro podemos, de uma forma resumida, considerar os seguintes tipos de habitats:

- ÁGUAS LIVRES: Cerca de 6000 ha de águas livres constituem o habitat de toda a fauna piscícola que existe na laguna. Mas para além dos peixes, já antes referidos, também existem várias espécies de crustáceos, moluscos, vermes e outros invertebrados que desempenham um papel fundamental nas cadeias alimentares.

As águas livres são ainda o habitat das algas e de várias outras plantas aquáticas que ao atapetarem o leito dos canais fornecem abrigo à fauna, sobretudo no período da desova.

É também nas águas livres que vivem várias espécies de aves, sobretudo patos (*Anãs* e *Aythya*), gaivotas (*Larus*), andorinhas-do-mar (*Sterna*) e corvos-marinheiros-de-faces-brancas (*Phalacrocorax carbo*).

As águas livres são dos biótopos que mais sofrem os efeitos da poluição industrial e urbana.

- ÁGUAS DOS CANAIS: Nas águas dos canais mais tranquilos e menos poluídos é possível observar algumas espécies ameaçadas como a lontra (*Lutra lutra*) e a águia-pesqueira (*Pandion haliaetus*).

2.12.1- Comunidade Planctónica

Na campanha realizada em Junho e Setembro de 2000, pela equipa da Modelização da Qualidade da Água da Ria de Aveiro (2001) foram identificados os seguintes taxa fitoplanctónicos: Cyanophyta, Chrysophyceae, Chlorophyta, Euglenophyta, Diatomáceas e Dinophyceae.

A composição da comunidade zooplancónica, segundo REBELO (1993) está representada na **Tabela 2.5**. A estrutura desta comunidade é influenciada pela época do ano, pela estação de

amostragem e pela fase da maré. Os Copepoda dominam em termos de abundância os restantes grupos. Além destes, os Hydromedusae, os Mysidacea e as larvas de Decapoda foram os grupos que apresentaram densidades relevantes (superiores a 1%).

Tabela 2.5- Grupos taxonómicos de zooplâncton e respectivas densidades (nº de exemplares /m³ de volume de água filtrada) e percentagens em relação à densidade total.

| Taxa | Densidade | % | Taxa | Densidade | % |
|--------------|-----------|------|----------------|-----------|-----|
| Hydromedusae | 263,4 | 1,5 | Mysidaceae | 272,2 | 1,5 |
| Plychaeta | 2,1 | 0,0 | Isopoda | 0,3 | 0,0 |
| Gastropoda | 91,6 | 0,5 | Amphipoda | 0,2 | 0,0 |
| Cladocera | 22,2 | 0,1 | Decapoda | 964,1 | 5,4 |
| Ostracoda | 159,3 | 0,9 | Appendicularia | 40,3 | 0,2 |
| Copepoda | 16053,3 | 89,8 | | | |

2.12.2- Comunidade Bentónica

A vegetação imersa é constituída pelo moliço, designação local aplicada a um conjunto de plantas vasculares, das famílias Zosteraceae e Potamogetonaceae (*Zostera spp.*, *Ruppia spp.* e *Potamogeton spp.*), e não vasculares, onde se destacam as famílias Charophyceae (*Chara spp.*) e Ulvaceae (*Enteromorpha spp.* e *Ulva spp.*). A sua distribuição ocorre nas áreas com profundidade inferior a 1,1 m em baixa-mar, sendo mais abundante em todo o extremo Norte lagunar a partir da Bestida, e nos extremos Sul, a partir da Vagueira, no canal de Mira, e da Vista Alegre, no Canal de Vagos (REBELO, 1993).

SAPAIS: Estas áreas compreendem as margens de uma grande parte dos canais da Ria, assim cobrem muitas das ilhas existentes na laguna (**figura 2.14**).

Além de habitats naturais, os sapais funcionam como zonas altamente produtivas. Por esta razão albergam uma grande variedade de aves aquáticas, como por exemplo a graça-vermelha (*Ardea-purpurea*), a narceja-comum (*Gallinago gallinago*), a galinha-de-água (*Gallinula chloropus*), o frango-de-água (*Rallus aquáticus*), etc.

É também no sapal que vive uma ave de rapina cada vez menos comum em Portugal, a águia-sapeira (*Circus aeruginosus*). A águia-sapeira alimenta-se ratos, musaranhos e batráquios e desempenha um papel muito importante na manutenção do equilíbrio ecológico do sapal.



Figura 2.14- Zona de Sapal junto à Ria de Aveiro.

VASAS E LODOS: É nos bancos de areia e nas margens lodosas que ficam a descoberto na maré-baixa (**figura 2.15**) que se formam as maiores concentrações de aves aquáticas. Patos, maçaricos (*Limosa* e *Tringa*), pilritos (*Calidris*), ostraceiros (*Haematopus ostralegus*), alfaiates (*Recurvirostra avossetta*), bôrrinhos (*Charadrius*), etc são espécies que procuram alimento na microfauna aqui existente.



Figura 2.15- Vasas e lodos que ficam a descoberta na maré baixa.

SALINAS: Está estimada em cerca de 1500 ha a superfície ocupada por salinas, muitas das quais abandonadas ou convertidas na cultura de peixes. Estas áreas podem albergar também algumas espécies ornitológicas. Este tema será abordado no capítulo seguinte.

TERRENOS AGRÍCOLAS: Por toda a área envolvente da laguna e dos seus canais existem zonas de cultura, essencialmente arroz e milho (no Inverno este tipo de cultura é substituída por pastagem que serve para alimentar o gado bovino, **Figura 2.16**), zonas de vegetação herbácea-caniçais (*Phragmites communis*), juncais (*Juncus sp*), Tábua (*Typha latifolia*)- zonas de vegetação arbustiva e zonas de vegetação arbórea – Amieiros (*Alnus glutinosa*), choupos (*Populus nigra*), salgueiros (*Salix fragilis*), etc. (**Figura 2.17**)



Figura 2.16- Vegetação herbácea utilizada para alimentar o gado bovino.



Figura 2.17- Vegetação Herbácea na área envolvente

É neste habitat que se encontra a garça-boeira (*Bubulcus íbis*), o cuco-canoro (*Cuculus canorus*), o peneireiro-de-dorso-malhado (*Falco tinnunculus*) e mais de 50 espécies de passeriformes.

Nos arrozais, nos charcos e valas encontram-se os batráquios que servem de alimento a uma série de predadores.

CORDÃO DUNAR: O cordão dunar desempenha um papel muito importante como barreira natural contra o avanço do mar. É povoado por uma vegetação rasteira típica (**figura 2.18**), constituída por várias espécies das quais se destacam: o estorno (*Ammophila arenaria*), a atánasia-marítima (*Otanthus maritimus*) a soldanela (*Calystegia soldanella*), o narciso-das areias (*Pancratium maritimum*) e suportado por plantações de pinheiro-bravo (*Pinus pinaster*) às quais se encontra associada a acácia (*Acácia sp*), espécie infestante, o samouco (*Myrica faya*), o eucalipto (*Eucalyptus*), a camarinhiera (*Corema álbum*) e o pinheiro-manso (*Pinus pinea*).

Estas espécies arbóreas constituem o habitat das aves insectívoras, destacando-se os chapins (*Parus*), a carriça (*Troglodytes troglodytes*), os papa-moscas (*Muscapa e Ficedula*) e aves-de-rapina florestais, como a águia-de-as-redonda (*Buteo buteo*) e a coruja-do-mato (*Strix aluco*); dos mamíferos, geneta (*Genetta genetta*) e raposa (*Vulpes vulpes*) e de muitas outras

espécies animais, sobretudo anfíbios.

Relativamente às espécies animais, as de maior interesse do ponto de vista económico são os bivalves (como por exemplo, o berbigão, a amêijoia e o mexilhão). Existem também algumas espécies bentónicas de peixes, como por exemplo, a solha, a enguia e o linguado.

Mais à frente, nesta dissertação serão referidos, em pormenor alguns recursos biológicos, com interesse económico, existentes na região.



Figura 2.18 – Vegetação rasteira típica do cordão dunar.

CAPÍTULO 3

Recursos com Potencial e Real Utilização

3- RECURSOS COM POTENCIAL E REAL UTILIZAÇÃO

3.1- Recursos Minerais

A análise geológica da região leva-nos a concluir que os principais recursos minerais da região sob influencia da Ria de Aveiro são areias, argilas e saibro, para além da água e dos solos.

3.1.1- Areias

As areias são rochas cujos constituintes minerais sob a forma de grãos, estão individualizados e têm calibres entre 1/16 mm e 2 mm. Em geral, as areias são exploradas em terrenos de idade atribuída ao Holocénico, ao Pliocénico, ao Pleistocénico e ao Plio- Pleistocénico e compreendem areias comuns ou de construção e areias especiais (refractárias). Estas últimas são exploradas em Aguieira – Águeda.

As areias comuns são exploradas em arieiros, quer nos depósitos existentes nos braços da laguna ou no leito do rio Vouga, quer ainda ao longo da Orla Marítima. Na **tabela 3.1** estão representados os Concelhos onde se faz a extracção de areias.

Tabela 3.1- Concelhos com extracção de areias, de rio, do mar e de arieiros.

| | Areia de Arieiro | Areia de rio | Areia de mar |
|------------|------------------|--------------|--------------|
| Albergaria | | X | |
| Aveiro | X | | X |
| Espinho | | | X |
| Ilhavo | X | X | X |
| Ovar | X | X | X |
| Vagos | X | | |

Muitas vezes a extracção de areias é feita de forma ilegal e sem qualquer tipo de fiscalização em áreas envolventes da Ria de Aveiro (**figura 3.1**).



Figura 3.1 – Extracção de areias, Ovar.

As areias que cobrem os canais de maré da Ria de Aveiro constituem o resíduo dos processos dinâmicos de erosão, transporte e sedimentação. A distribuição granulométrica é bimodal, isto é, composta por uma população mais grosseira, de areia média bem calibrada, derivada dos canais de erosão, e uma população mais fina, centrada na classe dos siltes grosseiros, mal calibrada.

A semelhança textural entre as areias do litoral e os sedimentos do fundo dos canais de maré é comum em ambientes lagunares, resultando das transferências sedimentares que ocorrem em maior ou menor escala entre o litoral e o corpo tidal, tanto nas embocaduras, como nas praias, directamente por acção das ondas, ou, indirectamente, através de transporte eólico. No caso da Ria de Aveiro, às potenciais fontes externas de areia, marinha e eólica, acresce também o contributo fluvial da bacia hidrográfica envolvente.

3.1.2- Argilas

Genericamente, as argilas são rochas sedimentares detríticas constituídas por conjuntos de minerais entre os quais se destacam os chamados minerais argilosos, nomeadamente por serem os mais comuns, para ilite, caulinite e montmorilonite, que estruturalmente são filossilicatos e que quimicamente são aluminossilicatos hidratados. Mas para além dos elementos químicos maioritários silício, alumínio, oxigénio e hidrogénio, estes minerais possuem também, entre outros,

os metais sódio, potássio, cálcio, magnésio e ferro.

Entre os minerais não argilosos mais comuns nas argilas são merecedores de particular destaque, quartzo, feldspatos e micas. Por vezes, as argilas contêm matéria orgânica, figurada e não figurada, e compostos criptocristalinos e mesmo não cristalinos (GOMES, 2002). Ainda segundo este autor, existem vários conceitos de argila, que são adoptados em função da formação profissional, técnica ou científica dos que por ela se interessam: geólogos, pedólogos, agrónomos, mineralogistas, sedimentologistas, petrólogos, ceramistas, engenheiros civis, geotécnicos e químicos, etc.

Por exemplo, segundo o sedimentologista argila é um termo granulométrico, utilizado para os sedimentos onde dominam partículas ou grãos com d.e.e. < 0.002 mm.

Efectivamente, em termos de dimensão de grão nas argilas está bem representado o grão de calibre, ou melhor de diâmetro médio equivalente inferior a 0.002 mm ou 2 µm, uma vez que os minerais argilosos, em regra, possuem d.e.e. inferior a este valor.

Para o ceramista a argila, a que ele prefere chamar barro, é um material que quando misturado com água em quantidade adequada se converte numa pasta plástica que pode ser trabalhada e conformada e que endurece e mantém a forma adquirida depois de seca e cozida. São os minerais argilosos que pelas suas propriedades intrínsecas, tais como, tamanho e hábito cristalino, carga eléctrica, superfície específica, capacidade de troca iónica, e poderes adsorvente e absorvente, conferem às argilas propriedades específicas que se revelam ser da maior importância em termos de aplicações industriais.

A argila é um componente corrente e importante dos solos para usos agrícolas, em termos de estrutura, textura e composição, devendo-se à argila a capacidade de fixação e libertação dos nutrientes minerais e orgânicos necessários para desenvolvimento das plantas. Todavia um bom solo agrícola só deve ter a quantidade de argila quanto baste, já que a argila por excesso ou por defeito pode ser limitadora da produtividade do solo.

Nenhum material extraído da terra tem tantas e tão variadas aplicações como tem a argila, cabendo-lhe funções essenciais na cerâmica, no papel, na borracha, nas tintas, nas rações, no cimento, etc.

A região de Aveiro possui importantes depósitos de argila, particularmente de argila comum, utilizada para o fabrico de cerâmica de construção (tijolo maciço, tijolo furado, telha, abobadilha, mosaico de pasta vermelha). Mas existem também argilas especiais, como é o caso do caulino, utilizado na região no fabrico de porcelana, faiança, grés sanitário, grés cerâmico, grés porcelânico e mosaico de pasta branca.

É da formação geológica denominada “ Argilas de Aveiro-Ilhavo-Vagos”, cuja idade é atribuída ao Cretácico Superior (Senoniano) que são extraídos enormes volumes de argila (cerca de 3 toneladas/ano, ao preço unitário médio de 2,5 euros/tonelada). Estas argilas sendo bastante plásticas ou gordas, para efeitos de fabrico de materiais cerâmicos de construção, requerem ser lotadas com argilas magras ou areias de idade atribuída ao Plio-Pleistocénico que também

ocorrem na região, para obviar a forte retracção manifestada pels corpos cerâmicos durante a secagem e a cozedura. A espessura dos depósitos de argila que se estendem por vasta área com cerca de 25 Km segundo N-S e 20 Km segundo E-W aumentam em direcção ao litoral podendo aí atingir espessuras superiores a 10 m.

A composição mineralógica das argilas é complexa, nela participando como minerais argilosos ilite, caulinite, esmectite, interestratificados irregulares ilite-esmectite e clorite, e como minerais não argilosos, quartzo, feldspato Na-Ca, mica, calcite, dolomite e óxidos-hidróxidos de ferro. Todavia a composição dos depósitos pode apresentar variações verticais e laterais. A cor é também variável podendo evidenciar tonalidades de verde, cinzento, castanho, amarelo e vermelho.

São cerca de 30 as fábricas de cerâmica com actividade na região de Aveiro, localizadas em concelhos, tais como, Aveiro, Ílhavo, Vagos, Oliveira do Bairro e Águeda, e que utilizam este tipo de argila comum que pode ser classificado como “heavy clay”.

O teor relativamente elevado em ilite/mica é responsável, durante a queima que se processa a cerca de 900°C, pela emissão de teores apreciáveis de voláteis, entre os quais, se destaca o flúor, incorporado nos aerossóis formados à volta das chaminés das fábricas, e que constitui causa importante das chuvas ácidas e afecções respiratórias, que afectam não só as culturas agrícolas desenvolvidas nos locais envolventes das unidades fabris, mas também as pessoas que habitam nesses mesmos locais. O fúor substitui isomorficamente grupos OH na estrutura da ilite/mica.

Na **figura 3.2** estão representados os locais de exploração de argila na região sob influência da Ria de Aveiro e na **Tabela 3.2 e 3.3**, a legenda do respectivo mapa.

3.1.3- Caulino

O caulino é uma argila especial, porque os depósitos de argila especial ao contrário dos depósitos de argila comum são mais raros e possuem menor dimensão. O caulino é o resultado da alteração meteórica, hidrotermal ou meteórica/hidrotermal de rochas ígneas ou metamórficas particularmente ricas em feldspatos e micas, tais como granitos, micaxistos, gneisses, anortositos, felsitos. Trata-se duma argila onde os minerais argilosos dominantes são caulinite e/ou haloisite, que apresenta cor branca ou quase branca, e que depois de cozida a cerca de 1.200 °C mantém ou melhora o grau de brancura (Gomes, 2002).

Os depósitos de caulino Portugueses, todos de dimensão relativamente pequena, estão localizados fundamentalmente, numa zona litoral de flexura que de um pouco a Norte de Aveiro se estende até Viana do Castelo, onde o granitização Hercínica afectou, sob a forma de fracturação e metassomatismo, o xisto pré-Câmbrico existente, transformando-o em micaxisto, migmatito, gneisse e granito.

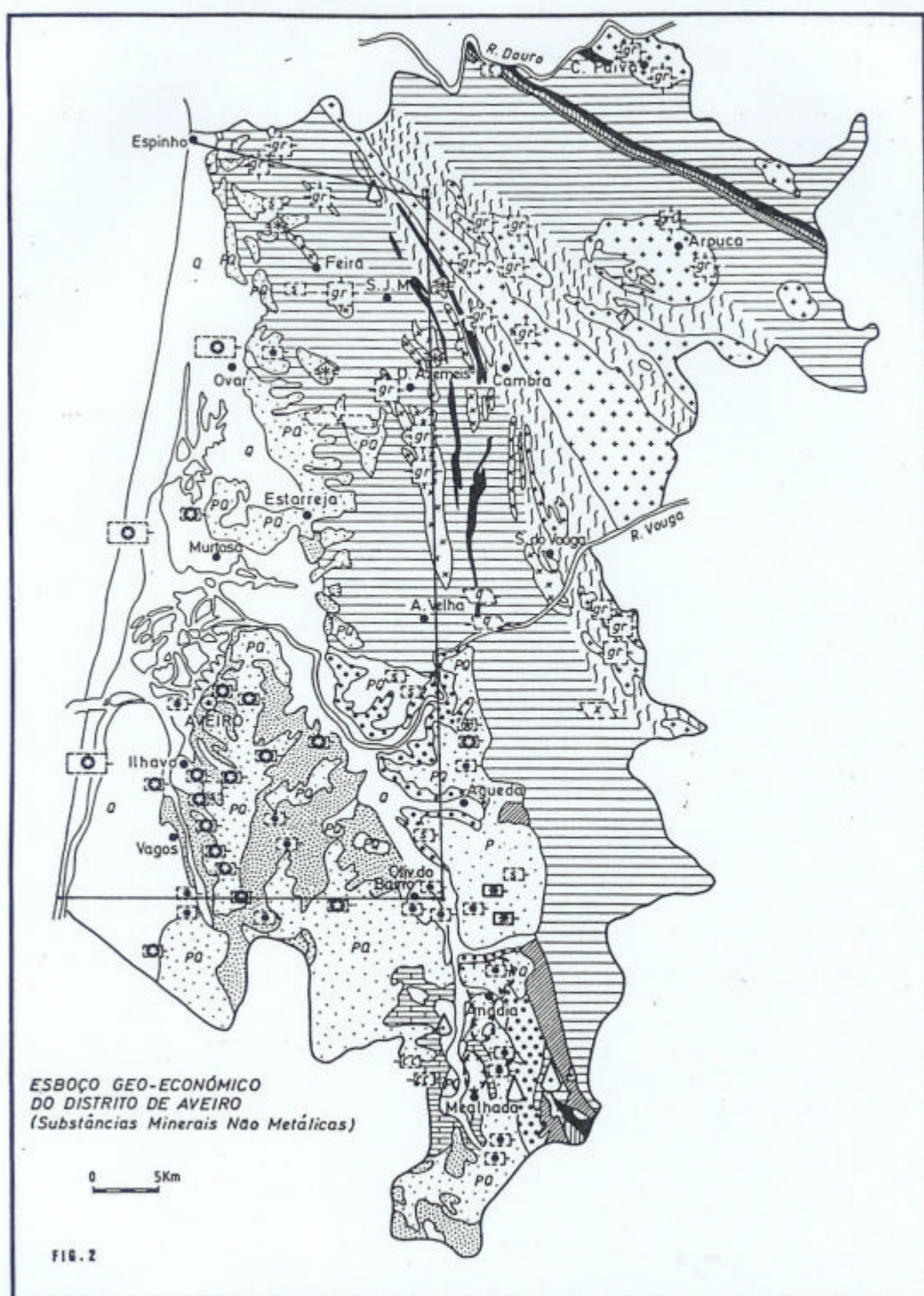


Figura 3.2- Locais de exploração de argila na região sob influência da Ria de Aveiro.

Tabela 3.2- Legenda do mapa representado na figura 3.2.

| | | |
|-----------------------------|--|--|
| PLIO-QUATERNÁRIO (P, PQ, Q) | | Areias, cascalheiras e argilas |
| CRETÁCICO | | Argilas e areias |
| JURÁSSICO | | Calcários e margas |
| TRIÁSSICO | | Conglomerados, grés e siltitos |
| CARBONÍFERO | | Conglomerados, grés e siltitos |
| ORDOVÍCIO | | Xistos e quartzitos* |
| PRÉ-ORDOVÍCIO | | Xistos (plutonometamorfismo*) quartzitos ** |
| | | Granitos s.l. |
| | | Granitos ± gnáissicos |
| | | Granitos s.l. ± gnáissicos |

Tabela 3.3- Legenda da simbologia do mapa representado na figura 3.2

| SIMBOLOGIA | | | MATÉRIA-PRIMA | | JAZIDAS | | | | |
|--|--------------------------------|-----------|---------------|-------|-------------|-------------|----------|--------|---------|
| | | | Nome | Unid. | Cor Símbolo | OCORRÊNCIAS | JAZIGOS | | |
| | | | | | | | pequenos | médios | grandes |
| TIPOS GENÉTICOS | | | | | | | | | |
| Magmático | | | | | | | | | |
| Pegmatítico | | | | | | | | | |
| Sedimentar | | | | | | | | | |
| Residual | | | | | | | | | |
| Metamórfico | | | | | | | | | |
| RESERVAS | | | | | | | | | |
| Certas | | | | | | | | | |
| Prováveis | | | | | | | | | |
| Possíveis | | | | | | | | | |
| MORFOLOGIA | | | | | | | | | |
| Tabular | | | | | | | | | |
| Lenticular | | | | | | | | | |
| Irregular | | | | | | | | | |
| ÁREAS DE INTERESSE | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| COMBUSTÍVEIS FÓSSEIS | | | | | | | | | |
| Carvão | 10 ⁴ t | c | | | | | 10 | | 100 |
| MATÉRIAS-PRIMAS TERMOQUÍMICAS | | | | | | | | | |
| Areia comum | 10 ⁴ t | are | * | | | | 5 | | 50 |
| Argila comum | 10 ⁴ t | agc | * | | | | 1 | | 10 |
| Argila especial | 10 ⁴ t | age | * | | | | 1 | | 10 |
| Caulino | 10 ⁴ t | caul | * | | | | 0,1 | | 1 |
| Feldespato | 10 ⁴ t | f | | | | | 0,1 | | 1 |
| MATÉRIAS-PRIMAS FÍSICO-INDUSTRIAIS | | | | | | | | | |
| Areia (fundição) | 10 ⁴ t | are | * | | | | 0,01 | | 1 |
| MATÉRIAS DE CONSTRUÇÃO | | | | | | | | | |
| Rocha ornamental (granito) | 10 ⁶ m ³ | grO | | | | | 1 | | 10 |
| Areia-Saibro-Cascalho | 10 ⁴ m ³ | a-s-c | | | | | 1 | | 10 |
| Alvenaria e Britas (calcário, granito, quartzito, xisto) | 10 ⁴ m ³ | cc,gr,q,x | | | | | | | 10 |
| ÁGUAS | | | | | | | | | |
| Água mineromedicinal | m ³ /h | | | | | | 5 | | 50 |
| Água de mesa | m ³ /h | | | | | | 5 | | 50 |

Os depósitos de caulino Portugueses, todos de dimensão relativamente pequena, estão localizados, fundamentalmente, numa zona litoral de flexura que de um pouco a Norte de Aveiro se estende até Viana do Castelo, onde o granitização Hercínica afectou, sob a forma de fracturação e metassomatismo, o xisto pré-Câmbrico existente, transformando-o em micaxisto, migmatito, gneisse e granito.

Do ponto de vista genético os depósitos de caulino Portugueses, uns denominados caulinos sedimentares, secundários ou redepositados, são o resultado da meteorização da rocha-mãe em condições climáticas favoráveis, seguida da erosão e transporte dos produtos da meteorização, terminando com a deposição dos mesmos em depressões morfológicas ou tectónicas posicionadas próximo da fonte; outros denominados caulinos residuais ou primários, são o resultado da actuação simples da meteorização ou da actuação conjunta de processos de alteração hidrotermal e de meteorização. Constitui bom exemplo da última situação o depósito de caulino de S. Vicente de Pereira Jusã, localizado ainda na zona de influência da Ria de Aveiro, importando referir que o rio Antuã transporta e deposita na Ria materiais argilosos desenvolvidos por meteorização na zona envolvente do referido depósito.

Comparado com outros caulinos Portugueses o caulino de S. Vicente de Pereira contém teores relativamente elevados de haloisite $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5 (\text{OH})_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Importa referir ainda que o depósito de caulino de S. Vicente de Pereira, entre os caulinos Portugueses, é o único em que é observável o fenómeno de greisenização.

O Caulino do depósito de S. Vicente de Pereira (**Figura 3.3**) é utilizado pela Fábrica de Porcelana da Vista Alegre, S.A, depois de lotado com outros caulinos importados e com outras matérias-primas, quartzo e feldspato, para o fabrico de porcelana utilitária e decorativa.



Figura 3.3 – Extracção de Caulino (S. Vicente de Pereira)

3.1.4- Saibro

É explorado principalmente em formações do Pliocénico, Plio-Pleistocénico e Pleistocénico. As formações compreendem, em regra, de cima para baixo, zona arenosa que recobre e por vezes alterna com leitos de calhaus rolados, surgindo também leitos de argilas.

Esta matéria-prima foi intensamente explorada para construção de adobos, noutros tempos em que estes eram largamente usados na construção civil, hoje totalmente substituído pelo tijolo de barro ou bloco de cimento. A aplicação actual do saibro está reduzida, apenas, ao enchimento de valas em estradas, pelo que as produções mais relevantes se situam nos Concelhos de Aveiro e Vagos, onde existe um grande número de escavações correspondentes a escavações e explorações abandonadas por toda a região, por vezes, servindo de lixeiras às populações locais.

3.1.5- Água

A água é com certeza, dos recursos da região, o mais importante para as actividades humanas, pois é também o mais abundante. Quer a água superficial quer a água subterrânea são largamente utilizadas. A primeira, existente nos rios e ribeiras (**figura 3.4**) laguna e mar, revestem-se de grande importância a nível da agricultura, produção de energia, tráfego fluvio-marítimo, pesca e aquacultura, desporto e turismo, produção de sal e indústria em geral. Nomeadamente na agricultura, as águas dos rios e ribeiras têm um grande papel na fertilidade dos solos, não só pela irrigação mas também pela adubação pelo moliço aquando das enchentes.

Em relação às águas subterrâneas a sua exploração é feita para fins de consumo doméstico, hotelaria e indústria. Os principais aquíferos situam-se nos arenitos do Cretácico Inferior-Médio, embora existam também alguns reservatórios em areias do Quaternário, estes actualmente muito poluídos por efeito da actividade agrícola intensiva que se pratica na região.

As populações naturais, sobretudo as que estão mais dependentes da água são fortemente condicionadas pelas características e qualidade da água. Da qualidade da água dependem, também, todas as actividades de pesca e recolha de bivalves, a piscicultura, a salicultura e os recreios.

A Ria de Aveiro tem sido, por outro lado, encarada como um local de despejo de esgotos, com base na ideia que as águas têm a capacidade de diluir. Contudo, em determinadas zonas da laguna, a capacidade de renovação da água atingiu o limite e as águas apresentam concentrações elevadas de poluentes tais como metais pesados, hidrocarbonetos, matéria orgânica e bactérias fecais. Nestas condições a água da laguna torna-se imprópria para usos atrás referidos constituindo além do mais um perigo para a saúde pública.

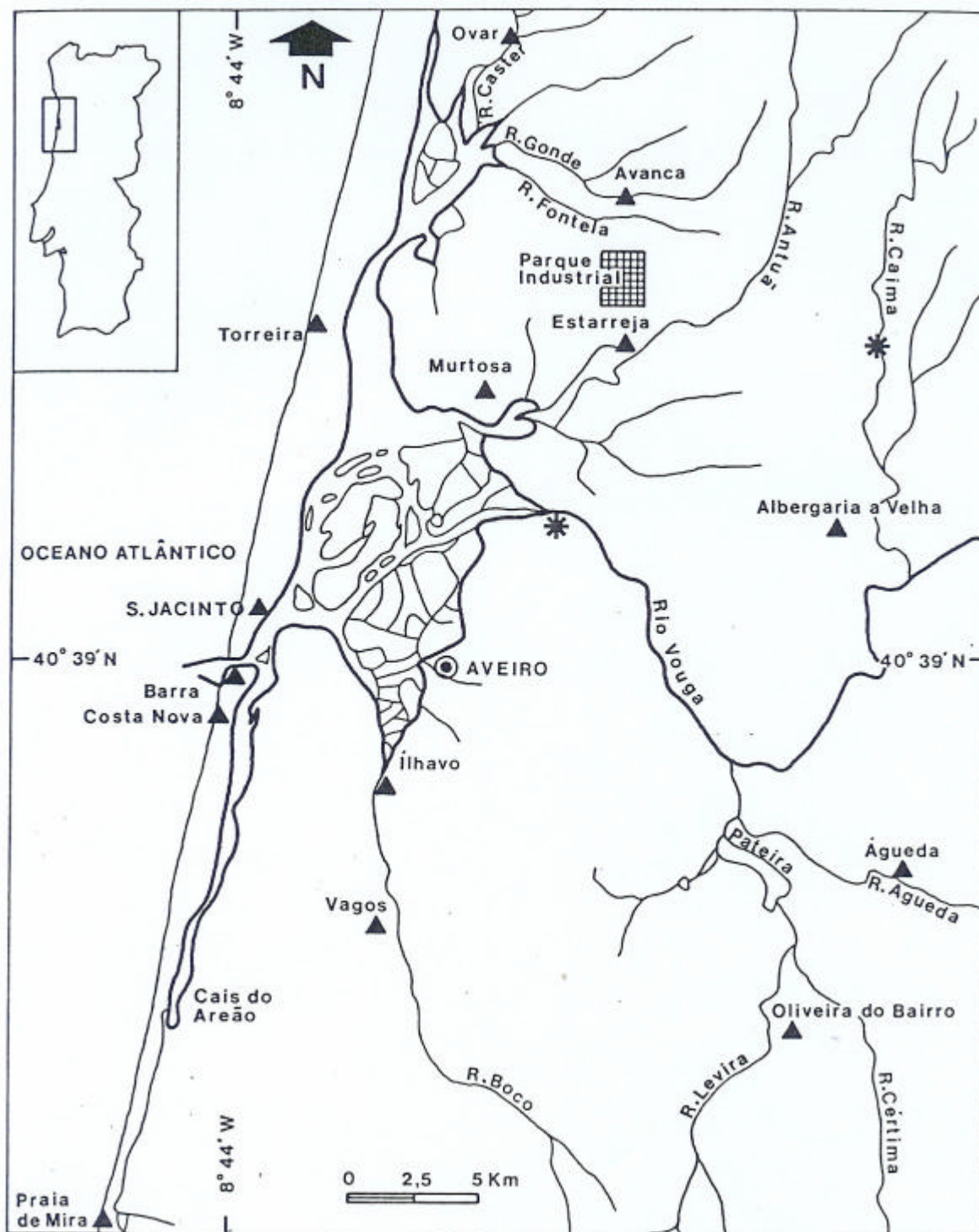


Figura 3.4- Localização e distribuição espacial da Ria de Aveiro e dos cursos de água mais importantes da sua Região.
 ? – Povoações mais importantes
 * - Fábricas de papel e pasta

3.1.6- Solos

Os solos desta região são sem dúvida um importante recurso para as populações que ao longo dos tempos os têm explorado para agricultura e pecuária. Em zonas próximas dos rios e ribeiras, particularmente na chamada zona agrícola do Baixo – Vouga, as cheias contribuem para a adubação natural dos solos.

Só por si, os solos seriam tema, desde já, para grande desenvolvimento, mas este tema será tratado mais à frente na problemática ambiental.

3.2- Outros Recursos

Na Ria de Aveiro e nos terrenos envolventes sempre se desenvolveram e continuam a desenvolver numerosas actividades, economicamente rentáveis e com resultados francamente positivos para a vida das populações ribeirinhas.

Ao longo das suas centenas de braços (canais, esteiros e valas) e mais de 1000 Km de margens movimentaram-se há dezenas de anos atrás centenas de milhares de mercadorias. Em épocas muito remotas, a Ria foi considerada uma via de comunicação e transporte privilegiada. Todo este movimento, processado em embarcações tradicionais construídas nos vários estaleiros existentes nas margens da laguna, era superior ao movimento de mercadorias no porto do Douro.

Actualmente, o transporte terrestre, mais rápido, cómodo e talvez mais económico, fez com que o tipo de transporte atrás referido deixasse de ter qualquer significado.

A pesca é um exercício que continua em plena actividade e constitui, até hoje a forma de sobrevivência de muitas pessoas.

Os moliços foram em tempos remotos os grandes responsáveis pela transformação de terrenos arenosos em terras de produzir pão. Nos tempos áureos da sua utilização supõe-se que cerca de 400.000 toneladas de moliços eram arrancadas anualmente do fundo dos canais. Esta actividade, próspera no passado, caiu em amplo e rápido declínio.

A lavoura (agricultura e pecuária) dispõe de excelentes condições nos campos à beira lagunar. A presença da Ria, torna as terras frescas e húmidas e o jogo das marés consente as drenagens oportunas das águas em excesso nos campos. A existência de linhas de água doce que desaguam na laguna, facilitam as regas conseguindo-se produções rentáveis.

Há séculos que a população de Aveiro se dispôs a aproveitar os terrenos marginais baixos e impermeáveis para neles construírem marinhas de sal. Durante séculos a produção salícola constituiu uma riqueza apreciável característica da beirada lagunar. Esta actividade foi, sem dúvida, a mais afectada pelas vicissitudes que atingiram a Ria de Aveiro. Actualmente, as salinas encontram-se em franco e irreversível declínio em virtude de a produção não poder continuar a utilizar a mão-de-obra que os processos empregados exigem e por as características geológicas das salinas não permitirem a sua mecanização.

O turismo, o desporto e o lazer encontram na laguna um amplo campo de actividade.

A actividade portuária encontra-se, também, em franco e promissor progresso.

A Ria de Aveiro, tal como a conhecemos hoje, deve-se principalmente a todas as intervenções humanas atinentes à melhoria das condições da sua embocadura exigidas pelos interesses de ordem portuária. Se não fossem os trabalhos realizados nos séculos XVII, XVIII, XIX e XX para o melhoramento da barra do Porto de Aveiro, a Ria ter-se-ia degradado totalmente.

3.2.1- Sal: evolução e situação actual da actividade salícola

A exploração do sal na região de Aveiro é uma actividade muito antiga, que remonta a uma época anterior à formação da própria laguna. O primeiro documento escrito sobre o Salgado que se conhece, data de 959 d. C., sendo consequentemente anterior à fundação da nacionalidade que teve lugar em 1143, e refere-se à doação, feita pela Condessa de Mumadona ao mosteiro de S. Salvador, das terras do Alavário (Aveiro) e das salinas que então foram compradas. Se estas terras foram compradas pela Condessa já teriam que existir anteriormente; pensa-se que teriam sido dos Fenícios que, em outras actividades, se terão dedicado ao fabrico do sal.

Com a independência de Portugal, a cidade e as marinhas passaram a ser propriedade da Nação até que, em 1187, D. Sancho I as doou à sua irmã D. Urraca Afonso. Em 1122 D. Sancha, filha de El-Rei, comprou a terça parte das terras Aveirenses tendo, uma como a outra, feito doações de sal aos mosteiros Cistercienses.

Outras mudanças de proprietários foram registadas, daí poder-se concluir que a produção de sal em Aveiro era já notória durante a primeira dinastia, abastecendo todo o Norte do país e sendo exportada para países Europeus como a França, a Flandres ou a Inglaterra, tendo continuado uma actividade próspera nomeadamente nos reinados de D. Afonso IV e D. Pedro I, até que começou a decair com os problemas de instabilidade da barra e a quase estagnação das águas da laguna.

A topografia da laguna e a circulação da água a ela associada, devido à instabilidade da barra (isolamento em relação ao mar) foram factores decisivos na variação, ao longo dos séculos, do número e produção das salinas, que se traduziu por períodos de decadência, intercalados por períodos muito favoráveis à produção.

As salinas existentes no século X d. C. distribuíam-se por Eixo, Aquerubim, Esgueira, Soza, Vagos, Boco e Ílhavo e, no Reinado de D. Afonso IV, seriam cerca de 500. No entanto, no século XVIII só existiriam perto de 170 marinhas e só após a abertura da Barra, em 1808, foi possível a renovação regular das águas da laguna, permitindo o aumento da actividade salícola. Nos anos 60, o número de salinas existentes era aproximadamente 270.

Actualmente, o salgado de Aveiro ocupa áreas de sapal, encontrando-se a maioria das salinas localizadas em ilhas isoladas no interior da Ria, sendo muito poucas as que têm acesso por terra. As salinas distribuem-se por cinco grupos: o do sul, o do mar, o de S. Roque ou

Esgueira, o do Norte e o de Monte Farinha, na zona entre S. Jacinto, Esgueira e Ílhavo.

A maior parte das marinhas, seguindo uma tradição muito antiga, são exploradas em regime de parceria, pelo qual o proprietário tem a seu cargo os encargos relacionados com a limpeza de lamas e, por vezes, do moliço no início da safra e também a conservação e melhoramentos da marinha. O Marnoto tem a seu cargo as despesas relacionadas com a aquisição e conservação de alfaías e por vezes com a apanha do moliço bem como todos os relacionados com a contratação de mão-de-obra.

A época de safra tem início em Março, com a preparação de marinhas, decorrendo a extracção desde o fim da Primavera até Setembro/Outubro, altura em que começam as primeiras chuvas e é necessário cobrir os montes de sal que se foram acumulando ao longo do período de produção. O processo extracção do sal ainda é artesanal (**figura 3.5**), sendo necessário recorrer também à embarcação tradicional, o mercantel, para transportar o sal produzido nas ilhas para os locais de armazenamento e processamento, como é o caso dos palheiros no canal de S. Roque, na zona antiga da cidade de Aveiro.



Figura 3.5 – Processo de extracção do sal

A produção do salgado de Aveiro variou consideravelmente nas últimas décadas. Nas décadas de 70 e 80, verificou-se um decréscimo contínuo da produção, reduzindo drasticamente o número de salinas activas. Esta decadência da actividade salícola da Ria de Aveiro está associada a inúmeros factores entre os quais se referem os seguintes:

- As obras portuárias que provocaram o aumento da intensidade de correntes no interior da laguna e têm contribuído para a degradação dos muros das marinhas;
- A localização das marinhas;
- O salgado não está adaptado para a utilização de novas tecnologias de exploração;
- Os descendentes dos marnotos rejeitam a profissão;
- Ruptura de antigos laços entre proprietários e marnotos (não cumprimento dos deveres de parceria, ficando o marnoto com os custos de manutenção e da actividade da marinha);
- As condições climáticas de Aveiro dificultam a concorrência com salgados de outras regiões;
- A concorrência difícil em termos de preços a que Espanha, durante anos, conseguiu introduzir o seu sal no nosso país;
- O uso generalizado do frio na conservação dos alimentos levou à diminuição da procura do sal marinho.

Actualmente, o número das salinas activas não ultrapassa a meia centena, isto é, menos de 20 % das salinas inventariadas no salgado de Aveiro. Das restantes, 12% encontram-se ocupadas com pisciculturas licenciadas, o que nos leva a concluir que aproximadamente 70 % das salinas de Aveiro estão abandonadas.

Da análise da evolução da produção de sal e dos factores actuantes no salgado de Aveiro, surge a necessidade de se proceder ao ordenamento deste salgado, com vista a compatibilizar a sua rentabilização económica, não só com a manutenção de uma tradição cultural muito antiga, mas também com a salvaguarda do potencial que o salgado representa, como habitat, para as aves limícolas (**Figura 3.6**).



Figura 3.6 – Salgado com salinas abandonadas (Piscicultura)

3.2.2- Piscicultura

A criação de peixes estabulados em zonas estuarinas está intimamente ligada à actividade salícola. Em Aveiro, a utilização de marinhas de sal para a criação de peixe data de 1858. A criação de peixe nas salinas constituía um complemento à extracção de sal, pois realizava-se apenas no Inverno, período em que as salinas estão inactivas. Em alguns casos parte da salina funcionava como viveiro permanente.

Até há bem pouco tempo a criação de peixe nas salinas não implicava quaisquer cuidados. No Outono abriam-se as comportas na enchente e os peixes entravam e ficavam aprisionados no viveiro até à Primavera, quando começava a preparação das salinas, altura em que eram capturados. O único cuidado exigido era a renovação periódica da água do viveiro.

Actualmente, muitas salinas foram convertidas em pisciculturas controladas. A aquacultura constitui uma alternativa interessante porque, para além dos benefícios económicos, é uma actividade que não agride o meio ambiente. Os estuários são áreas, por excelência, para a reprodução de espécies piscícolas de qualidade, habitat de certos crustáceos e moluscos e sustentáculos de populações costeiras. A aquacultura em lugar de destruir biótopos insubstituíveis, como aconteceria com alternativas que passassem por aterros de marinhas e sapais, insere-se harmoniosamente no ecossistema estuarino, aproveitando as suas capacidades.

Em 1858 foi, pela primeira vez, aproveitado um viveiro numa marinha para a criação de peixe como actividade subsidiária, tendo o exemplo sido seguido posteriormente. Em 1887 já havia 41 viveiros com peixe e em 1912, 69, sendo 10 dedicados somente à Piscicultura.

No entanto, o número de marinhas abandonadas, que poderão eventualmente ter peixe mas sem controle, tem tendência a aumentar se nada se fizer em sentido contrário. Muitas marinhas podem considerar-se já irrecuperáveis dado que seria necessário efectuar um grande investimento para refazer os muros, quer com vista à piscicultura quer à produção de sal. É necessário, por isso, cuidar das marinhas em actividade e recuperar as abandonadas em relativo bom estado, com vista à produção de sal ou à aquacultura.

Actualmente existem aproximadamente 30 pisciculturas no salgado de Aveiro. Nas salinas são cultivadas as seguintes espécies: enguia, robalo, dourada, linguado, solha, tainha, garrento, ilhalvo e negrão.

A piscicultura, quando praticada de forma não intensiva, é uma actividade interessante do ponto de vista ambiental. No entanto, podem surgir os seguintes problemas:

- As rações fornecidas aos peixes e as fezes produzidas nos viveiros podem representar fontes importantes de poluição orgânica;
- A transformação generalizada de salinas em pisciculturas é muito desfavorável para as aves limícolas que assim têm reduzida a sua área de alimentação e nidificação.

Para povoarem os seus viveiros, os piscicultores, na Primavera e princípio do Verão,

compram ou pescam na Ria, com artes de malha proibida, sobretudo pequenas chinchas, juvenis do ano, que colocam na sua salina juntamente com o peixe que lá ficou da época anterior. As enguias são compradas, muitas vezes, noutros locais, especialmente na Figueira da Foz.

A percentagem de peixe que entra pela comporta ou pela bomba é reduzida. Crescendo o peixe mais rapidamente dentro dos viveiros porque não precisam de despende muita energia para se abrigar ou procurar alimento, a sua captura poderia considerar-se útil. No entanto, no viveiro as espécies são todas misturadas, independentemente do seu grau de voracidade ou idade. É sabido que os indivíduos que “escapam” crescerão muito, mas será que tal compensa as perdas iniciais?. É pois aconselhável aos piscicultores fazer a separação dos exemplares por espécie e por idade.

Durante a engorda, os cuidados são menores do que o que seria desejável. A renovação da água é feita, em média, quinzenalmente, como é costume quando as marinhas produzem sal, e é raro haver mais do que uma comporta por marinha, quando há. Estas são muito variadas, desde as mais rudimentares até às de paredes de tijolo ou alvenaria com portas que se abrem com um parafuso sem fim. As comportas sólidas de alvenaria construídas sobre bons alicerces são demasiado caras e, embora óptimas para a actividade salícola, não são as ideais para a alimentação de viveiros e piscícolas. Neste caso, é necessário renovar a água mais frequentemente e fomentar a sua circulação, fazendo-a sair, se possível, por canais do outro lado da marinha. As comportas que permitem a entrada automática de água com a maré são as mais indicadas, sobretudo quando se pretende aumentar a densidade de peixe no viveiro, recorrer a meios mecânicos de renovação e arejamento da água.

Esta necessidade de circulação e arejamento da água não é sentida pelos piscicultores dado que o teor de Oxigénio dissolvido não é medido, como também não é medido qualquer outro parâmetro físico-químico da água. Medições ocasionais mostraram que o nível de oxigénio dissolvido atinge valores demasiado baixos durante a noite, o que seria de prever quando se observam alguns tanques repletos de algas.

Relativamente à alimentação, raramente se verifica o fornecimento de alimento extra e quando ele se faz, resume-se a desperdícios de unidades de processamento de peixe. Os nutrientes e os seres vivos existentes na água ou nos fundos são suficientes para o peixe estabulado.

Quando o peixe atinge um desenvolvimento considerável, ao fim de um ou dois anos aproximadamente, faz-se o chamado “escoamento” da marinha, apanhando-se o peixe estabulado. Para apanhar o peixe, começa-se por escoar a água da marinha pela bomba ou pela comporta. Nos casos em que a marinha tem canais mais profundos e/ou poços a maior parte do peixe é apanhado com lances de redes nesses locais. Só depois se acaba de esvaziar a marinha com o auxílio de uma bomba motorizada.

No caso das marinhas sem qualquer tipo de transformação o processo é mais moroso, não sendo possível recorrer aos canais para concentração do peixe. A água escoa-se primeiro por

gravidade e depois utiliza-se a bomba, mas as redes têm que ser lançadas em toda a área e, finalmente, toda a marinha tateada. Há ainda quem aproveite a bomba de saída ou a comporta para apanhar o peixe.

3.2.3- Fauna piscícola

A actividade piscatória representa uma importante fonte de rendimentos para as populações ribeirinhas, contudo, nem sempre a utilização deste recurso é feita de forma racional. A utilização de determinadas artes de pesca com uma malhagem reduzida é muito prejudicial para a manutenção de algumas populações, dado que são capturados espécimes juvenis.

A fauna piscícola é bastante diversificada. Entre 64 espécies identificadas é de salientar as seguintes por terem grande interesse económico:

- A solha (*Platichthys flesus*);
- O linguado (*Solea vulgaris*);
- O robalo (*Dicentrarchus labrax*);
- A tainha (*Oedalechilus*);
- A enguia (*Anguilla anguilla*).

Com excepção da enguia, espécie migradora, as outras utilizam a laguna como um viveiro. Entram na laguna onde permanecem um ou mais anos e depois regressam definitivamente ao mar. Trata-se de espécies marinhas dependentes da laguna, sendo estas as mais abundantes na Ria.

A enguia é, actualmente, menos abundante na Ria devido à captura intensa de espécimes juvenis e à poluição química.

A actividade piscatória desenvolve-se em toda a área lagunar, com maior incidência nas proximidades da barra e é praticada a bordo de embarcações tradicionais.

3.2.4- Bivalves

A apanha de bivalves, tais como berbigão, amêijoia-macha, amêijoia-raínha, cadelinha, navalha, mexilhão e ostra, associada à pesca efectuada em bateiras um pouco por toda a laguna, sustenta muitas populações ribeirinhas que se tiram da Ria de Aveiro a sua maior fonte de rendimento.

O berbigão e as amêijoas representam as pescarias mais importantes na região lagunar, sendo a sua produção destinada, quase na totalidade, para exportação, especialmente para Espanha.

A apanha do berbigão, dada a sua grande abundância na Ria, representa uma actividade com elevado interesse económico e com longa tradição para as populações ribeirinhas. Esta espécie constitui ainda um importante elo nas cadeias tróficas estuarinas, ao converter a matéria orgânica disponível para os carnívoros, em particular as aves limícolas (**figura 3.7**).



Figura 3.7- Apanha do berbigão

3.2.5- Caranguejo

O caranguejo da ria de Aveiro, *Carcinus maenas* (L.) ou caranguejo-verde, é uma espécie omnívora que se alimenta de anelídeos, moluscos crustáceos, pequenos peixes, algas e plantas superiores. Na sua fase bentónica, sobretudo durante a muda da carapaça, é predado por diversas espécies de peixes e aves, constituindo, assim, um importante elo nas cadeias tróficas da laguna.

Na **tabela 3.4** é feita uma breve referência à sistemática, biologia e ecologia do Caranguejo da Ria de Aveiro.

Tabela 3.4 – Referência à sistemática, Biologia e Ecologia do Caranguejo da Ria de Aveiro

| Taxonomia | Descrição Sumária | Nomenclatura |
|--|--|---|
| Filo: Artrópodes Classe: Crustáceos Ordem: Decápodes Família: Portunidae Género: <i>Carcinus</i> Leach, 1854 Espécie: <i>Carcinus maenas</i> (L.) | Descrição sumária: - Bordo anterior da carapaça com três dentes arredondados. - Bordo antero-lateral da carapaça munido de cinco dentes agudos de cada lado. - Cor castanha, verde escuro ou azeitona. Na face ventral, amarelo-esverdeado ou castanho. - Tamanho máximo: 7 cm de comprimento do cefalotórax aproximadamente. | Nome científico: <i>Carcinus maenas</i> (Linnaeus, 1758) Nome comum: Caranguejo mouro Caranguejo vulgar Caranguejo verde Caranguejo comum |

Este crustáceo é capturado na laguna desde tempos remotos, tendo sido, no passado, utilizado quase exclusivamente como fertilizante para os campos ribeirinhos. Com o aparecimento dos fertilizantes químicos, a captura do caranguejo desceu. O reinício desta actividade, no início da década de 80, foi motivado pelo interesse de intermediários da indústria alimentar espanhola, estando a pesca do caranguejo condicionada pela procura dos importadores. A produção destina-se quase exclusivamente para consumo humano, sendo a maior parte exportada (várias toneladas/mês) para Espanha, e apenas uma pequena quantidade é consumida localmente como "petisco".

A utilização dos pesqueiros e a actividade dos pescadores é condicionada pelas migrações sazonais do caranguejo. Enquanto os pescadores da Murtosa e da Gafanha pescam durante todo o ano, os pescadores de S. Jacinto e da Torreira pescam apenas entre Outubro e Março, dedicando-se durante o resto do ano a outras pescarias. Nos últimos anos, a sua exportação do caranguejo rondou as 900 toneladas /ano. Contudo a quantidade capturada excede largamente o valor registado pois os animais que não obedecem às normas de comercialização (pequenos e fêmeas ovadas) são rejeitados, geralmente em condições que não permitem a sua sobrevivência.

Na Ria de Aveiro parece verificar-se um padrão de migração do caranguejo com as seguintes características:

- Na Primavera e Verão, quando a temperatura e salinidade são mais propícias, o caranguejo dispersa-se por todos os braços da laguna, sendo capturado em Ovar, Pardilhó, Poço da Cruz, Sul de Vagos, etc.
- No Inverno, grande parte da população, sobretudo as fêmeas, concentram-se nas vizinhanças da Barra. Este fenómeno está relacionado com os processos de reprodução (deposição de ovos pelas fêmeas ovadas que nesta altura se encontram semi-enterradas).

Para além do caranguejo-verde, outras espécies de crustáceos, tais como os camarões (cabra) e a artemia são actualmente explorados pelas populações ribeirinhas ou têm potencialidades para vir a constituir recursos importantes.

3.2.6- Artemia

A *Artemia*, vulgarmente denominada "camarão da salmoura" é um pequeno crustáceo branquiópodo da ordem Anostraca, com 8 a 12 milímetros de comprimento no estado adulto que habita zonas salobras e hipersalinas cuja concentração de sais pode atingir valores da ordem dos 300 %, onde apenas um número restrito de espécies de bactérias e algas podem sobreviver. Devido a estas condições, a *Artemia* aparece frequentemente em densas populações nas salinas. Nos cristalizadores das salinas, a salmoura atinge valores superiores aos limites de tolerância da *Artemia* e propícias ao crescimento de bactérias que crescem exponencialmente em meios carentes de oxigénio, dando um tom avermelhado à água. Este pigmento favorece a absorção de luz, o que causando o aumento da temperatura ajuda a evaporação e, consequentemente, a

formação de sal.

Existe uma grande variedade de estirpes de *Artemia*, repartidas por zonas geográficas de todo o mundo, com diferenças genéticas. Em certas épocas do ano aparecem grandes quantidades de formações esféricas acastanhadas com 200 – 300 µm de diâmetro, que flutuam na superfície hipersalina e que são arrastadas pelo vento, acumulando-se nos cantos da salina. Trata-se de ovos de repouso ou “quistos” de *Artemia*, que permanecem em diapausa enquanto se mantêm as condições adversas e que podem ser guardados secos durante anos sem perder a viabilidade. Por imersão em água do mar estes quistos hidratam, o metabolismo do embrião é activado e os náuplios eclodem no período de 1 a 2 dias. A larva ao crescer passa por aproximadamente 18 estádios até atingir a fase adulta, o que acontece entre 15 a 21 dias. O adulto apresenta o corpo dividido em três partes bem diferenciadas: cabeça, tórax e abdómen, tem 11 pares de toracópodos funcionais e os olhos são pedunculados e em posição lateral.

A *Artemia* apresenta um dimorfismo sexual acentuado. Os machos apresentam menor tamanho e têm as segundas antenas transformadas em mandíbulas, que utilizam como aparelho preênsil durante a pré-cópula e um par de pénis na parte posterior do tronco. As fêmeas apresentam as segundas antenas atrofiadas, tendo apenas uma função sensorial. Possuem dois ovários, um de cada lado do tubo digestivo, sendo os ovócitos maduros acumulados numa única bolsa, o útero.

Há também estirpes bissexuadas e partenogenéticas. Nestas, há machos e fêmeas e após copulação os ovos fertilizados podem originar directamente náuplios nadando livremente à medida que se libertam da mãe (reprodução ovovivípara), ou quando atingirem o estado de gastrulação podem ser envolvidos por uma membrana mais espessa e depositados como “quistos” que se encontram em diapausa (reprodução ovípara). Nas estirpes partenogenéticas aparecem exclusivamente fêmeas que vão dando gerações sucessivas de fêmeas que podem originar directamente náuplios ou ovos de duração em diapausa.

A *Artemia* é indispensável na alimentação de larvas de peixes e crustáceos devido ao seu elevado valor proteico. Por esta razão a *Artemia* é um organismo de procura cada vez maior a nível mundial e de elevado valor.

Dadas as perspectivas de desenvolvimento de aquacultura em Portugal, as nossas condições climáticas e a existência de locais com ocorrência natural de *Artemia*, devem tomar-se as seguintes medidas de forma a melhorar a qualidade e intensificar a disponibilidade das estirpes nacionais:

- Salvar os habitats naturais de *Artemia*, tornando-se indispensável a protecção da vasta área de sapal ao longo da costa portuguesa, pelas entidades competentes.
- Divulgar os métodos “standard” de colheita, selecção e tratamento dos quistos e da sua aplicação prática, de maneira a aumentar a qualidade para se poder competir com o produto estrangeiro.
- Caracterizar as estirpes nacionais de *Artemia*.

- Aumentar a produção natural por fertilização e controle da salinidade de modo a obter uma elevada produção de quistos.
- Proceder à inoculação artificial em zonas propícias onde a *Artemia* não ocorre naturalmente e ensaiar a sua produção intensiva controladamente, visando uma possível exportação.

3.2.7- Moliço

Moliço é o nome dado pelas populações ribeirinhas a um conjunto de plantas aquáticas que vivem no leito submerso da Ria de Aveiro. Basicamente, o moliço é constituído por quatro espécies de plantas vasculares: a erva-do-mar, algas vermelhas, algas carófitas e algas clorófitas filamentosas. A sua composição varia espacialmente ao longo de um gradiente de salinidade e com as diferentes características granulométricas do sedimento.

A vegetação do moliço desempenha diversas funções de grande importância: serve de abrigo e alimento para formas juvenis da ictiofauna, contribui para a produção de nutrientes detríticos, actua como acumulador de matéria orgânica e energia e estabiliza os sedimentos do fundo.

A área de distribuição do moliço diminuiu drasticamente nos últimos 60 anos como consequência das modificações ocorridas nas características hidrológicas da laguna associadas a obras portuárias.

A apanha do moliço, sendo uma actividade paralela à agricultura, ressurgiu com uma dinâmica importante no início do século XIX, após a abertura da Barra Nova, que marcou o início da restauração da economia agrícola na região lagunar, exigindo uma grande produção deste fertilizante (**figura 3.8**)



Figura 3.8 – Apanha do moliço na Ria de Aveiro.

A apanha do moliço está tradicionalmente ligada ao barco moliceiro, embora esta actividade também possa ser executada a bordo de outras embarcações, como as bateiras (figura 14). O barco moliceiro é, no entanto, a embarcação mais bem adaptada, tendo em conta a sua capacidade de navegar em águas pouco profundas e ainda a sua grande capacidade de carga (3 a 3,5 toneladas de moliço).

Durante séculos, este recurso natural constituiu um factor de enriquecimento de solos improdutivos da periferia da laguna, tendo transformado solos arenosos em solos produtivos e tornou-se uma actividade florescente no início do século XX. No entanto, as alterações sócio-económicas, conjuntamente com a diminuição da área de distribuição do moliço e o aparecimento dos adubos químicos constituíram as principais causas do declínio desta actividade.

No início da década de 80, altura em que a actividade estava quase a desaparecer, verificou-se um ligeiro incremento, como resultado da intervenção da JAPA (Junta Autónoma do Porto de Aveiro) e das Câmaras Municipais da Murtosa, Ovar e Estarreja, através da comparticipação nos custos da colheita do moliço.

A apanha de moliço, de forma indisciplinada, pode ter efeitos negativos ao destruir os locais de abrigo de espécimes juvenis da ictiofauna. No entanto, é sabido que constitui uma forma de remoção de parte dos materiais depositados nos leitos da laguna, contribuindo para a remoção dos povoamentos que, na ausência desta actividade, tem tendência a assorear.

Actualmente, os barcos moliceiros são utilizados em actividades recreativas, com especial incidência na época de Verão e, por vezes, para apoio a pescarias e apanha de bivalves.

Apesar dos incentivos, a apanha de moliço é actualmente muito reduzida, facto que é ilustrado pelo baixo valor da produção nos últimos anos.

3.2.8- Junco e caniço

O junco, representado na Ria de Aveiro por cinco espécies, é um dos principais constituintes do sapal.

Os sapais de junco, designados localmente por "praias" de junco, são explorados pelas populações ribeirinhas, sobretudo nas áreas mais próximas das povoações. A colheita do junco é uma actividade muito antiga. O junco é cortado sobretudo no fim do Verão, em Julho e Agosto. Tem uma função dupla: numa primeira fase, serve de "cama do gado". Mais tarde, juntamente com os excrementos produzidos pelos animais, é utilizado como fertilizante nos terrenos agrícolas. Por esta razão, as praias de junco são designadas pelos agricultores por "praias de estrume".

O caniço, com uma distribuição mais limitada às zonas periféricas da laguna, é menos utilizado do que o junco embora tenha funções semelhantes.

O corte do caniço pode trazer consequências negativas, perturbando o habitat de nidificação exclusivo de algumas aves e, uma vez que o crescimento desta espécie é lento, coloca-se em risco a sobrevivência dessas mesmas aves.

3.3- Actividades Humanas na Região da Ria de Aveiro

3.3.1- Actividade Portuária

A actividade portuária sofreu um grande incremento na Ria de Aveiro, nomeadamente através da construção de dois novos portos nos últimos anos, o porto comercial e o porto de pesca. O desenvolvimento dessa actividade tem importantes consequências económicas na região, mas implica também um conjunto de intervenções, entre as quais, as constantes obras de drenagem da embocadura com efeitos, por vezes negativos nas restantes actividades lagunares. As obras portuárias conduziram ao aumento da intensidade das correntes no interior da laguna, com uma circulação de um maior volume de água. Esta situação implica um aumento de salinidade global da laguna, isto é, as zonas mais periféricas sofreram um processo de salinização. A erosão verificada nas margens dos canais e muros de salinas da laguna e a salinização de terrenos agrícolas são exemplos negativos do efeito do aumento da actividade portuária.

3.3.2- Indústria

A indústria, com destaque para a indústria química, também encarada como um factor de desenvolvimento da região, tem marcado intensamente a qualidade da água da laguna devido ao ineficiente ou inexistente tratamento dos seus efluentes. Esta situação criou pólos de elevada contaminação da água e dos sedimentos de fundos, de que são exemplos representativos o Largo do Laranjo e o troço terminal do Rio Vouga.

A indústria alimentar, devido à quase total ausência de tratamento dos seus efluentes, contribui também com elevadas cargas orgânicas para a laguna.

O problema da compatibilização ambiental da indústria com o ambiente e saúde pública poderá estar resolvido ou minimizado com a implementação do projecto de despoluição da Ria.

Mais à frente será abordado este tema em forma pormenorizada nos capítulos relativos à poluição ambiental e impactos negativos.

3.3.3- Agricultura

A agricultura representa uma importante actividade na beirada lagunar, com longa tradição e estreitamente relacionada com as restantes actividades lagunares, na medida que era da laguna que vinham os fertilizantes. Estão nesta mesma situação as áreas agrícolas das Gafanhas, implantadas sobre terrenos arenosos e actualmente muito produtivos.

A ocupação das margens lagunares, nomeadamente os sapais e caniçais, pode trazer alguns problemas de gestão ambiental. A substituição dos adubos orgânicos pelos adubos químicos traz problemas de eutrofização para algumas áreas da laguna devido à quantidade excessiva de nutrientes que chegam à laguna. A substituição dos habitats naturais pela agricultura implica a redução das potencialidades ecológicas da laguna.

Uma ilha de sapal por não ter qualquer uso humano não significa que seja inútil ou esteja abandonada! Corresponde ao espaço necessário para a sobrevivência de espécies da fauna e da flora selvagens, com exigências específicas, que de outro modo desapareceriam da laguna.

É portanto necessário que a ocupação da laguna pelo uso agrícola obedeça a um plano de ordenamento que permita o desenvolvimento desta actividade, mas que não comprometa os valores naturais da laguna.

3.3.4- Lazer e turismo

A Ria de Aveiro tem grandes potencialidades para o recreio e o turismo. Os grandes planos de água são especialmente vocacionados para os desportos náuticos, sobretudo os não motorizados, tais como a vela, a prancha à vela, a canoagem e o remo. A utilização balnear constitui outra forma de recreio potencial, sobretudo nos canais mais próximos da embocadura da laguna.

A grande diversidade ecológica (biótopos, fauna e flora), etnográfica e cultural constitui matéria – prima para inúmeras actividades de lazer. São exemplos disso: os percursos pedonais ou de barco pela laguna, a Reserva Natural das Dunas de S. Jacinto, o Museu do Mar, em Ílhavo, e as festas da Ria com as suas regatas de moliceiros.

O turismo, a outra vertente, deve ser feito com cautelas para evitar uma sobrecarga humana no período de Verão. Esta sobrecarga reflecte-se no aumento da descarga de efluente domésticos na laguna, no aumento das dificuldades de circulação nas vias de acesso e num aumento da perturbação sobre as espécies selvagens da laguna. Por outro lado, o aumento da atracção turística obriga à construção de infra-estruturas capazes de receber mais turistas subtraindo à laguna porções importantes de habitat natural e degradando a paisagem lagunar.

CAPÍTULO 4

Problemas Ambientais

4- PROBLEMAS AMBIENTAIS

4.1- Assoreamento da laguna

O enchimento da laguna provocado pela deposição de materiais transportados pelo mar, pelo vento e pelas águas dos rios Vouga, Antuã e Boco, está na origem do actual estado de assoreamento observado na Ria de Aveiro. No entanto, o assoreamento constitui hoje, pela sua própria evolução natural, problema ambiental preocupante uma vez que poderá levar à extinção da laguna (**figuras 4.1 e 4.2**).



Figura 4.1- Assoreamento da laguna de Aveiro, no canal de Ílhavo

A elevada carga sedimentar que existe na laguna deve-se à acumulação progressiva de material transportado:

- pelos rios acima referidos;
- pelas águas de escorrência, que em épocas chuvosas aumentam o caudal daqueles rios e a quantidade de material transportado é oriundo dos solos das bacias hidrográficas;
- e pela acção do vento que frequentemente se faz sentir, de direcção N e NW, sendo também importantes os ventos de SW.

A própria morfologia da região lagunar, com inúmeros canais, por vezes sinuosos, que recortam a planície aluvial, e a pequena extensão da desembocadura do rio Vouga (Barra) imposta artificialmente, dificultam o acesso do material sedimentar ao mar, que acaba por

contribuir para o rápido enchimento da laguna.



Figura 4.2- Assoreamento da laguna de Aveiro, no canal de Ovar

Também o reduzido significado das poucas obras de engenharia, tais como, diques, barragens, etc, no curso dos rios, facilita a livre circulação dos materiais detríticos até à bacia.

O futuro da Ria de Aveiro é posto em risco pela substituição do moliço pelos adubos químicos para a fertilização dos campos. Os novos adubos, embora mais fáceis de aplicar, cansam as terras; os seus resíduos acabam por ser arrastados para a Ria onde contribuem para um crescimento acelerado das algas e de outras plantas que constituem o moliço; a acumulação de moliço que deixou de ser retirado está a transformar em pântanos eutrofizados vastas zonas da Ria, nomeadamente os canais interiores (**figura 4.3**).



Figura 4.3- Eutrofização de um canal interior da Ria de Aveiro, Ovar.

4.2- Erosão do Cordão dunar

A zona costeira (**figura 4.4**), pelo facto de constituir um valioso recurso natural, é sujeita continuamente a agressões provocadas pelo Homem, provocando o desgaste e, consequentemente, o recuo da linha de costa.

A elevação do nível médio das águas do mar, a diminuição da quantidade de sedimentos a ele fornecidos, a degradação antropogénica das estruturas naturais e as obras pesadas de engenharia costeira, nomeadamente as que são implantadas para defender o litoral, constituem as principais causas desse recuo (**figura 4.5**).

Em anos recentes tem havido, sucessivamente, mais interesse por parte de geomorfólogos costeiros para com os problemas de defesa costeira contra a erosão marinha. Eles têm recomendado novas aproximações para mitigar o recuo da margem. A sua visão é bastante diferente da visão da engenharia costeira que está tradicionalmente encarregada da protecção litoral.

A resposta tradicional ao recuo da costa tem sido a estabilização rígida a qual inclui estruturas construídas perpendiculares à costa e também aquelas construídas na praia e paralelas à costa. No presente período de intenso uso das costas e aumento da atenção da opinião pública à erosão marinha, há um correspondente aumento da necessidade de paredões marítimos, os quais são a forma mais comum de protecção de uma linha de costa em erosão.

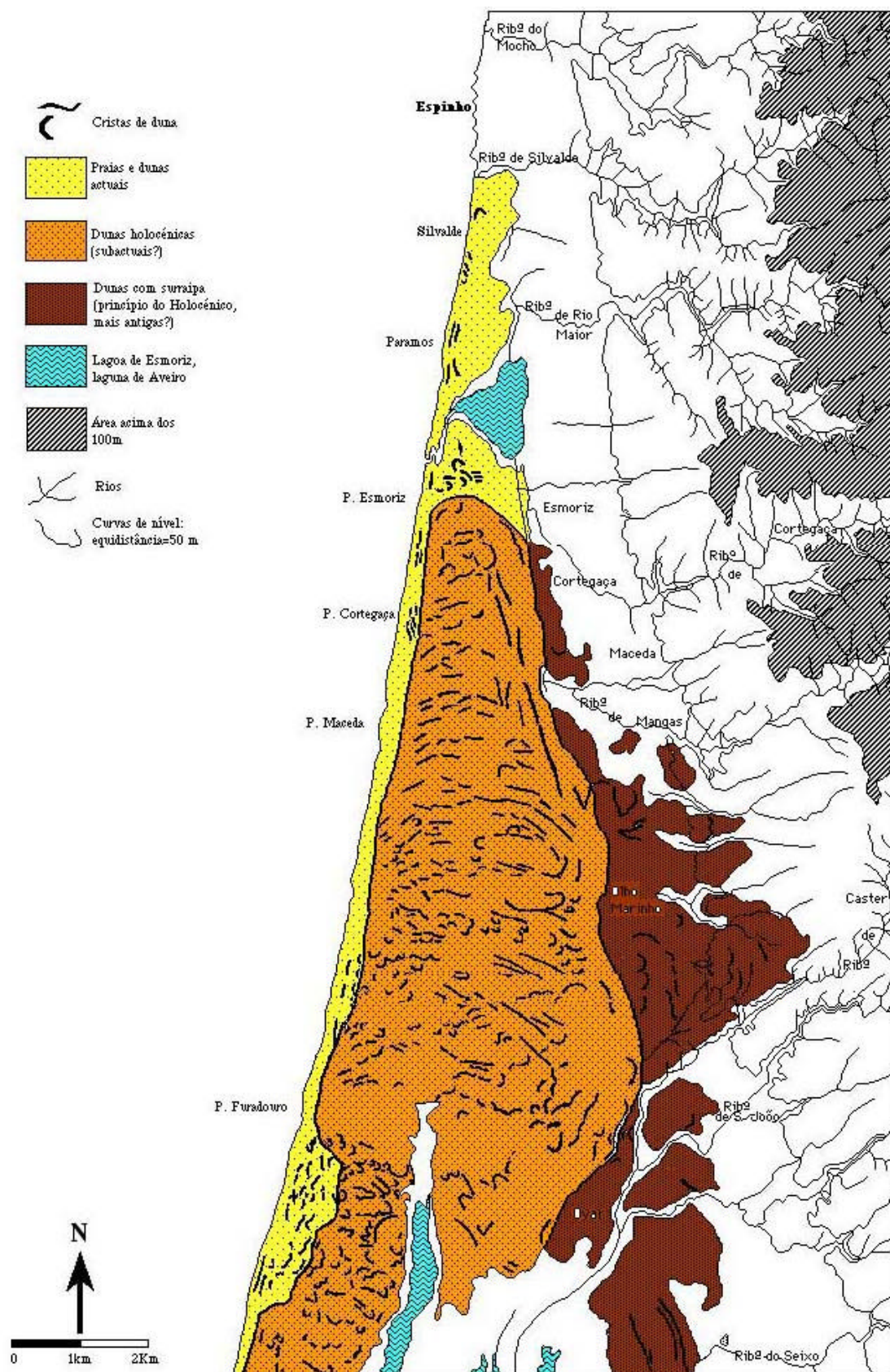


Figura 4.4 - Sistemas de dunas ao Norte da laguna de Aveiro.



Figura 4.5 – Efeito erosivo provocado pelo mar.

Há um consenso geral no facto de os paredões protegerem os edifícios, não as praias, uma vez que eles não são solução para as causas de erosão do litoral, nomeadamente, para o aumento do nível da água do mar e a diminuição do fornecimento de sedimentos. É também largamente admitido que este tipo de estabilização é indesejável, produz lixo, tornando a natação perigosa e reduz o acesso à praia. Contudo, actualmente vigora uma questão: será que os paredões aceleram e/ou intensificam a erosão?

Mesmo que não se conheça muito sobre o impacto dos paredões, a grande maioria dos geólogos costeiros e geomorfólogos admitem que tais estruturas rígidas aumentam a degradação da praia na parte frontal da mesma:

- Primeiro, porque representam um obstáculo à troca de sedimentos entre a praia e as dunas, a qual é necessária para o equilíbrio do sistema;
- Um paredão também pode interferir negativamente com os processos costeiros locais, intensificando a dinâmica da zona de rebentação das ondas;
- A reflexão da onda energética é capaz de causar desgaste na frente da estrutura;
- À medida que as ondas interagem mais frequentemente com a parede, a erosão resultante aumenta; o paredão irá eventualmente projectar-se na zona de rebentação perturbando o transporte de sedimentos longe da margem, como um quebra – mar, tendo como consequência um flanqueamento do paredão na direcção da deriva litoral e erosão das margens adjacentes desprotegidas.

Actualmente, os geólogos costeiros preconizam outras soluções para lidar com a erosão marinha. O enchimento das praias, que envolve a colocação de grandes quantidades de areia para compensar o balanço negativo do transporte dos sedimentos, é fraco remédio para o recuo

de uma linha de costa arenosa quando isto é técnica e economicamente exequível. Este método, que tem em conta considerações ambientais, é neste momento muito utilizado em vários países do mundo. Considerando os seus elevados custos é pouco provável que seja a melhor solução fora das linhas de costa altamente desenvolvidas, as quais têm a necessária base económica para justificar a estabilização. A recolocação de residências, estradas e outras instalações é uma terceira alternativa que vem tendo fundamentação em áreas costeiras de baixa população. As decisões para recolocação dependem dos custos e das políticas, mas há uma forte resistência pública à rendição perante a natureza. A população deve ser informada acerca dos factores geomorfológicos, económicos e políticos da situação. Os geomorfólogos costeiros desempenham um papel importante analisando e sugerindo soluções para uma crise ambiental aguda com implicações práticas importantes e que impõe escolhas dispendiosas.

4.3- Destruição das defesas naturais

A degradação antropogénica das formas costeiras naturais afecta o litoral já debilitado pela elevação do nível do mar e pela diminuição do abastecimento de sedimentos. Estas estruturas constituem as melhores defesas contra o acelerado recuo da linha de costa e a sua destruição.

Entre as muitas acções degradativas das estruturas naturais podem referir-se as seguintes:

- A construção sobre dunas;
- A sobrecarga populacional estival que procura a zona costeira para área de lazer é factor decisivo para a destruição da cobertura vegetal e protectora das dunas;
- A construção de edifícios na ante-praia e mesmo na praia, que estando situados em zonas vulneráveis são frequentemente ameaçados. Face a esta ameaça são construídas obras de protecção costeira que como já foi referido contribuem para a erosão do cordão litoral;
- A realização de desportos motorizados e equestres nas dunas.

4.4- Poluição

Existe, na natureza, um equilíbrio biológico entre todos os seres vivos. Neste sistema em equilíbrio os organismos produzem substâncias que são úteis para outros organismos e assim sucessivamente. A poluição vai existir toda vez que resíduos sólidos, líquidos ou gasosos, produzidos por microorganismos, ou lançados pelo homem na natureza, forem superiores à capacidade de absorção do meio ambiente, provocando alterações na sobrevivência das espécies. A poluição pode ser entendida, ainda, como qualquer alteração do equilíbrio ecológico existente.

A poluição é essencialmente produzida pelo homem e está directamente relacionada com

os processos de industrialização e a consequente urbanização da humanidade. Esses são os dois factores contemporâneos que podem explicar claramente os actuais índices de poluição.

Os agentes poluentes são os mais variáveis possíveis e são capazes de alterar a água, o solo, o ar, etc. A poluição é, portanto, uma agressão à natureza, ao meio ambiente em que o homem vive. Os efeitos da poluição são hoje tão amplos que já existem inúmeras organizações de defesa do meio ambiente.

4.4.1- Classificação dos Poluentes

- De acordo com a origem:

a) Poluentes Primários - Estão presentes na atmosfera na forma em que são emitidos como resultado de algum processo. Os principais poluentes desta categoria são tanto sólidos, como líquidos e gasosos, ou mesmo radiações. Citamos como poluentes primários; partículas finas, partículas grosseiras, compostos de azoto, óxidos de carbono, compostos de enxofre, compostos de flúor, compostos halogenados, compostos orgânicos, entre outros.

b) Poluentes Secundários - São produzidos na atmosfera pela reacção entre dois ou mais poluentes primários, ou pela reacção com constituintes normais atmosféricos, com ou sem foto-activação. Podem citar-se como poluentes secundários; oxidantes, névoas ácidas, smog.

- De acordo com o estado:

a) Gases e vapores - CO, CO₂, SO₂, NO₂.

b) Partículas sólidas e líquidas - Poeiras, fumos, névoas e fumaças.

De acordo com a Composição química:

a) Poluentes Orgânicos - Hidrocarbonetos, aldeídos e cetonas.

b) Poluentes Inorgânicos - H₂S, HF, NH₃.

4.4.2- Poluição da Ria de Aveiro

A poluição das águas da Ria de Aveiro tem sido um problema para a nossa sociedade, e é tempo de por fim a todo o custo este assunto. As indústrias que, cada vez mais, fazem mais poluição sem qualquer medida proteccionista, contribuem fortemente para o problema sem qualquer coima por parte do Governo.

A maior parte dos poluentes atmosféricos reage com o vapor de água na atmosfera e volta à superfície sob a forma de chuvas, contaminando, pela absorção do solo, os lençóis subterrâneos. Nas cidades e regiões agrícolas são lançados diariamente cerca de 10 biliões de

litros de esgoto que poluem rios, lagos, lençóis subterrâneos e áreas de mananciais.

Os oceanos recebem boa parte dos poluentes dissolvidos nos rios, além do lixo dos centros industriais e urbanos localizados no litoral. O excesso de material orgânico no mar leva à proliferação descontrolada de microrganismos, que acabam por formar as chamadas "marés vermelhas" que matam os peixes e deixam os frutos do mar impróprios para o consumo do homem. Anualmente, um milhão de toneladas de óleo espalham-se pela superfície dos oceanos, formando uma camada compacta que demora para ser absorvida.

Os processos de transformação química, de alteração do estado físico e de metabolização biológica que ocorrem dentro de uma bacia hidrográfica e aqueles que promovem o transporte de massa e de energia dentro dessa bacia e através das suas fronteiras são todos eles interdependentes.

As emissões para a atmosfera, mais cedo ou mais tarde, voltam para a superfície da terra, umas inalteradas outras transformadas em produtos diferentes. Destes, enquanto uns podem ser benignos outros poderão ser extremamente prejudiciais e, por vezes, muito piores que aqueles que foram inicialmente emitidos.

Analogamente, uma descarga feita sobre o solo pode ser transportada pelo vento, quer para a atmosfera, quer para a superfície da terra; pode ser arrastada pela água de escorrência superficial para um local diferente ou para o curso de água mais próximo; ou pode ainda ser infiltrada no subsolo e aí fixada, transformada, ou transportada pelas águas subterrâneas podendo vir ou não a surgir nos rios, nas fontes ou nos poços, porventura de bacias hidrográficas diferentes.

Da mesma forma, contaminantes, introduzidos directamente nas águas, são transportados com elas transformando-se ou não durante o percurso e transferem-se eventualmente para a atmosfera, para os sedimentos ou para os tecidos vivos dos organismos que com eles contactam.

Se os sedimentos são dragados ou depositados sobre o solo esses contaminantes podem encontrar o seu caminho até à raiz das plantas terrestres e serem nelas incorporadas; estas, se forem consumidas por animais superiores, transmitem os contaminantes assimilados aos níveis seguintes da cadeia trófica onde poderão ser acumulados. Os efeitos provocados podem ser variados: alterações do sucesso da reprodução, do crescimento, da produtividade, da saúde ou do bem-estar.

De entre os diversos factores que contribuem para a poluição da laguna contam-se as linhas de água que a ela chegam, sendo as principais: o Rio Vouga e o Rio Antuã.

A área geográfica de recepção das águas que afluem à Ria de Aveiro tem cerca de 3700 km². Esta área é drenada por uma série de linhas de água entre as quais se destacam:

- O rio Vouga, cuja bacia hidrográfica na secção do dique Aveiro-Murtosa tem uma área aproximada de 2600 Km² e que desagua na Ria através do rio Novo do Príncipe;
- O rio Antuã, com cerca de 160 Km² e que desagua na laguna através do Laranjo.

A área das bacias hidrográficas dos rios acima referidos ocupa cerca de 75% da área total

drenante indicada anteriormente.

Nesta dissertação será abordado o tema “Poluição” em sentido lato, isto é, são tidos em conta os fenómenos de transferência que ocorrem entre a atmosfera, os solos e as águas. Estes fenómenos são relevantes porque, através deles, é transportada uma grande biodiversidade de materiais, alguns em quantidades elevadas, os quais, provavelmente já transformados noutros, vêm parar às águas da laguna contribuindo para a definição a sua qualidade.

Ao nível da Ria de Aveiro os problemas de poluição resultam de causas naturais e antropogénicas. Existirá sempre o transporte de materiais e nutrientes para as suas águas através dos cursos de água, escorrência subterrânea e transporte atmosférico. Daí resulta, naturalmente, o assoreamento e a eutrofização que pode ser reduzida ou aumentada pela acção do homem.

A eutrofização é visível em determinadas zonas da laguna, sobretudo nas regiões mais periféricas como, por exemplo, o canal do Furadouro e o cais do Areão. Reduzir esta componente é extremamente dispendioso e complicado. Por esta razão será preferível gerir a eutrofização em vez de tentar eliminá-la. A gestão da eutrofização passa por mais e melhores estações de tratamento e eventuais trabalhos de canalização e dragagem que facilitem a circulação e a renovação das águas.

4.4.3- Qualidade da água da Ria de Aveiro

A qualidade de uma água e a sua classificação dependem de um conjunto de parâmetros, cujos valores limites estão estabelecidos em normas e directivas. Estes parâmetros podem ser sintetizados em quatro grupos:

- parâmetros físicos;
- parâmetros químicos;
- parâmetros biológicos;
- parâmetros radiológicos.

Os parâmetros físicos subdividem-se em:

- parâmetros físicos propriamente ditos, turvação, condutibilidade e temperatura;
- parâmetros organoléticos ou físico – químicos, sabor, cheiro e cor;

Os parâmetros químicos, compreendem, pH, dureza, CBO (carência bioquímica de oxigénio), a CQO (carência química de oxigénio), a alcalinidade, o dióxido de carbono, o cloro, os aniões (cloretos, sulfatos, nitritos e outros) e os catiões (Fe^{2+} , Mn^{2+} , iões de metais pesados e outros).

Os parâmetros biológicos compreendem os coliformes fecais, os estreptococos fecais e os “*Staphylococcus aureus*”.

Os parâmetros radiológicos são medidos utilizando um contador Geiger, que identifica as

radiações ALFA e BETA.

A Ria de Aveiro tem sido vítima, ao longo dos tempos, dos problemas da poluição. A alteração dos parâmetros considerados normais traduz-se numa mudança da qualidade da água, levando à sua poluição. Geralmente afecta as diferentes espécies que dela dependem, podendo ameaçar a saúde pública.

Os fenómenos de eutrofização, causados por plantas aquáticas que não são recolhidas, como é o caso do moliço, originam uma deficiente oxigenação da água, provocam a morte dos peixes e posterior assoreamento da Ria.

Os desperdícios industriais, tais como os metais pesados, são outra causa de poluição cuja eliminação é difícil. O tratamento conveniente dos efluentes das fábricas, envolvem despesas adicionais, facto que leva a que sejam lançados directamente para a Ria, mesmo sujeitos ao pagamento de coimas.

Além dos efluentes industriais há ainda os efluentes de origem doméstica (águas de esgoto) que atingem a Ria e nem sempre estão sujeitos a tratamento em estações de águas residuais.

4.4.4- Fontes de Poluição das águas

A área geográfica de recepção das águas que afluem à Ria de Aveiro e que, por seu intermédio são lançadas no mar, tem cerca de 3700 Km². Esta área é drenada por uma série de linhas de água entre as quais se destacam:

- o rio Vouga com uma bacia hidrográfica, na secção do dique Aveiro-Murtosa, de cerca de 2.600 Km² e que desagua na laguna através do rio Novo do Príncipe;
- o rio Antuã, com aproximadamente 160 Km², que desagua na laguna através do Laranjo.

As fontes, de origem urbana e industrial, que contribuem para a poluição da zona em estudo ultrapassam as três centenas sendo cerca de noventa por cento de origem industrial.

As fontes de poluição podem distribuir-se por tipos de indústrias e por zonas das bacias hidrográficas drenantes.

A classificação de indústrias por sectores e tipos estabelece-se da forma seguinte:

GRUPOS

A)- Indústrias alimentares

- A.1- Matadouros
- A.2- Fábricas de lacticínios
- A.3- Estábulos
- A.4- Panificação
- A.5- Indústrias de bebidas
- A.6- moagens e descasques

B)- Indústrias têxteis

- B.1- Fiação e fabrico de tecidos
- B.2- Fábricas de lãs e de malhas
- B.4- Confecções e camisarias

- C)- Indústrias de papel
 - C.1- Fábricas de pasta de papel
 - C.2- Fábricas de papel
- D)- Indústrias de cortumes
- E)- Indústrias químicas
 - E.1- Produtos resinosos
 - E.2- Fábricas de produtos químicos
 - E.3- Colas e lixas
- F)- Indústrias derivadas do petróleo
 - F.1- Plásticos
- G)- Indústrias de maquinaria e metalo-mecânicas
 - G.1- Metalo-mecânicas
 - G.2- Ferragens
 - G.3- Bicicletas e motorizadas
 - G.4- Frigoríficos
 - G.5- Oficina de automóveis
 - G.6- Alumínios
 - G.7- Serralharias
- H)- Indústrias básicas de ferro e aço
 - H.1- Fundições
 - H.2- Oficinas metalúrgicas
- I)- Indústrias de madeira
 - I.1- Serrações
 - I.2- Preservação de madeiras
 - I.3- Carpintarias e móveis
- J)- Indústrias de cerâmicas e mosaicos
 - J.1- Porcelanas
 - J.2- Grés
 - J.3- Mosaicos e azulejos
 - J.4- Telha e tijolo
- L)- Explorações mineiras
 - L.1- Minas de caulino
 - L.2- Minas de estanho
 - L.3- Indústrias mineiras
- M)- Instalações fabris não especificadas
- N)- Esgotos Urbanos

A poluição da Ria de Aveiro é, em grande parte, resultante das descargas industriais e urbanas nos rios que a originam e nos seus afluentes (**figuras 4.6 e 4.7**).

A aglomeração de indústrias poluentes na bacia da Ria de Aveiro é consequência do desenvolvimento industrial, do progresso económico, e da melhoria da qualidade de vida.



Figura 4.6 – Acumulação de lixos (resíduos de construção civil) – Ameirinhos, Murtosa.



Figura 4.7 – Esgotos domésticos lançados para a Ria, praia do Arainho - Ovar

A distribuição das actividades referidas atrás podem ser resumidas, segundo F.J. A. Sobral: A. J. C. V. Carvalheira e H. A. D. M. Santos, 1985, resumidas da seguinte forma:

- **Zona do Concelho de Oliveira do Bairro:** abundância de Indústrias cerâmicas, adegas e destilarias (que originam efluentes carregados de partículas sólidas ou com elevada carga

orgânica);

- **Zona do Concelho de Águeda:** predominam as indústrias cerâmica, ou indústrias de galvanoplastia e outras actividades metalúrgicas (com águas residuais carregadas de cargas inorgânicas e tóxicas);
- **Zona do Concelho de Aveiro:** grande variedade de indústrias com destaque para as indústrias cerâmicas e indústria de pasta de papel de Cacia;
- **Zona do Concelho de Estarreja:** grande peso da indústria química (presença de Arsénio, Mercúrio e outros poluentes nos efluentes), entre outras com menor significado- cerâmica, produtos metálicos, madeira e cortiça, têxtil e vestuário, cortumes;
- **Zona do Concelho de Oliveira de Azeméis:** destaque para a indústria de lacticínios, metalomecânica e pedreiras;
- **Zona do Concelho de Ovar:** indústrias de tintas e vernizes, têxteis, metalomecânica e cerâmica pesada.

Dada a importância das indústrias transformadoras de recursos minerais (argilas, caulinos, areias) na região (figura 10), importa referir que estas se distribuem, por ordem decrescente de difusão, da seguinte forma:

- a) cerâmica de construção pesada (telha, tijolo e abobadilha);
- b) cerâmica de porcelana e faiança (loiça decorativa, utilitária, sanitária e azulejo);
- c) cerâmica de grés (tubos, manilhas e louça decorativa vidrada).

Também as oficinas de polimento e serração de pedras ornamentais, embora não utilizem matéria-prima desta zona, ocorrem em número significativo na região.

4.4.5- Poluição na Zona de Estarreja

Já em 1985, data da realização das Jornadas da Ria de Aveiro, era ponto assente a existência de duas fontes poluidoras da zona de Estarreja: A Quimigal e a Uniteca. Na altura, foram feitas análises aos efluentes líquidos destas duas indústrias e, com base nos resultados, foram feitas equivalências entre as cargas de mercúrio e arsénio e a produção de cloro e pirites arseniosas respectivamente. Foram, também, sugeridas medidas para controlar estas duas fontes poluidoras.

A poluição na zona de Estarreja é fundamentalmente de origem química. As fontes poluidoras mais significativas são: a Quimigal, a Uniteca, Isopor (actualmente Dow Portugal) e a Cires. A Quimigal e a Uniteca estavam associadas ao lançamento de substâncias tóxicas (abrangidas pela Convenção de Paris) nos meios receptores, sendo a sua incidência, na vida marinha, grave por serem elementos não degradáveis e com efeitos cumulativos nas cadeias tróficas.

Nas referidas Jornadas foi apresentada uma comunicação acerca da poluição desta zona

por Dulce Álvaro Pássaro e Anacleto Costa, da Direcção dos Serviços de Controle da Poluição, da DGRAH. Neste trabalho, foram apresentados os valores obtidos de colheitas efectuadas no efluente geral da Quimigal e no efluente da electrólise da Uniteca. Em ambos os casos foi feita uma amostragem composta, com tomas de 5 em 5 minutos. A colheita de amostras realizou-se entre as 13h30m e as 17h30m, nos dias 28/3/85 e entre as 9h30m e as 18h00m, no dia 29/3/85. Os resultados das colheitas constam das **tabelas 4.1 e 4.2**

Tabela 4.1– Colheitas efectuadas no efluente da electrólise da Uniteca (1985)

| | Dia 28/3/85 | Dia 29/3/85 |
|----------------------------------|--------------------|--------------------|
| Caudal (m³/h) | 10,3 | 9,3 |
| Concentração (mg/l) | 15,6 | 9,4 |
| Carga (Kg/dia) | 3,9 | 2,1 |
| Período de amostragem | 13h30m-17h30m | 9h30m-18h00m |

Tabela 4.2 – Colheitas efectuadas no efluente Geral Quimigal (1985)

| | Dia 28/3/85 | Dia 29/3/85 |
|----------------------------------|--------------------|--------------------|
| Caudal (m³/h) | 100 | 100 |
| Concentração (mg/l) | 10,3 | 2,5 |
| Carga (Kg/dia) | 24,7 | 6 |
| Período de amostragem | 13h30m-17h30m | 9h30m-18h00m |

Verificou-se que, no caso da Uniteca, o período mais poluente é o mais coberto. No intervalo de tempo entre as 9h00m-17h30 realizavam-se as operações de manutenção das células que ocasionavam perdas significativas de mercúrio.

Já no que se refere à Quimigal, o processo de fabrico e a rejeição dos efluentes processam-se de uma forma continua ao longo das 24 horas do dia.

Ao estabelecer-se as equivalências entre as cargas poluentes determinadas e as unidades produzidas dos principais produtos (**Tabela 4.3**) concluiu-se que as quantidades de mercúrio lançadas eram bastante superiores às estabelecidas pela CEE em efluentes da indústria de cloro e de soda cáustica.

Tabela 4.3 – Quantidades de mercúrio lançadas pela Uniteca (1985)

| | |
|---|--------------|
| Produção diária de Cl ₂ (1984) | 95 ton |
| Carga diária em mercúrio | 3,0 Kg |
| Carga/unidade De produção | 31,5 gr/ton |
| Carga/unidade de produção (normas da CEE) até 1983 | 1,5 gr/ton * |
| Carga/unidade de produção (normas da CEE) até 1986 | 1,0 gr/ton * |

* valores impostos para as fábricas de produção de cloro-akali do tipo da Uniteca em que há circulação de Salmoura (para fábricas em que a Salmoura era rejeitada, os valores seriam superiores).

As quantidades de Arsénio rejeitadas na Quimigal por unidade de produção também são bastante elevadas. (**Tabela 4.4**)

Tabela 4.4- Quantidades de Arsénio rejeitadas pela Quimigal

| | |
|------------------------------|----------|
| Pirite Ustulada/dia | 190 ton |
| Carga diária Em arsénio | 15,4 Kg |
| Carga/unidade De produção | 81 g/ton |

4.4.6- Origens de produção de duas unidades fabris (Uniteca e Quimigal)

UNITECA – Na **figura 4.8** apresenta-se o Diagrama de fabrico do mercúrio apresentado nas Jornadas da Ria de Aveiro por Dulce Pássaro e Anacleto Costa.

Pela observação do diagrama I, verifica-se que o cátodo móvel do mercúrio da célula electrolítica está em contacto mais ou directo com as matérias-primas e com os produtos fabricados, havendo, por isso, várias perdas de mercúrio:

1ª- na soda caustica (NaOH), que sai bastante contaminada da célula. No entanto, para o esgoto não passam quantidades significativas de mercúrio, este deposita-se no fundo dos depósitos de armazenamento, sendo reaproveitado. A soda vertida acidentalmente pode transportar algum

mercúrio;

2ª- nas operações de limpeza do corpo da célula que são feitas todos os dias;

3ª- na salmoura que é introduzida na célula com uma concentração de cerca de 290 mg/l e em determinadas condições de pureza. Depois de sofrer, a salmoura, é recirculada a um reconcentrador e passa num purificador junto com salmoura fresca, resultando lamas contaminadas de mercúrio na forma de sulfureto de mercúrio (HgS) que são rejeitadas. Estas lamas eram conduzidas para um parque de lamas anexo à fábrica e, ainda hoje lá existem, sem que tivesse havido cuidados para evitar a sua lixiviação pela água das chuvas e consequente arrastamento para os drenos pluviais;

4ª- no hidrogénio (H₂) que ao abandonar a célula secundária está saturado de vapor de água com mercúrio. O Hidrogénio era purificado, arrefecido e desmercurizado em filtros de carvão activado. Algum mercúrio era rejeitado para o esgoto;

5ª- na limpeza dos pavimentos da zona de electrólise, onde inevitavelmente ocorrem derrames de mercúrio.

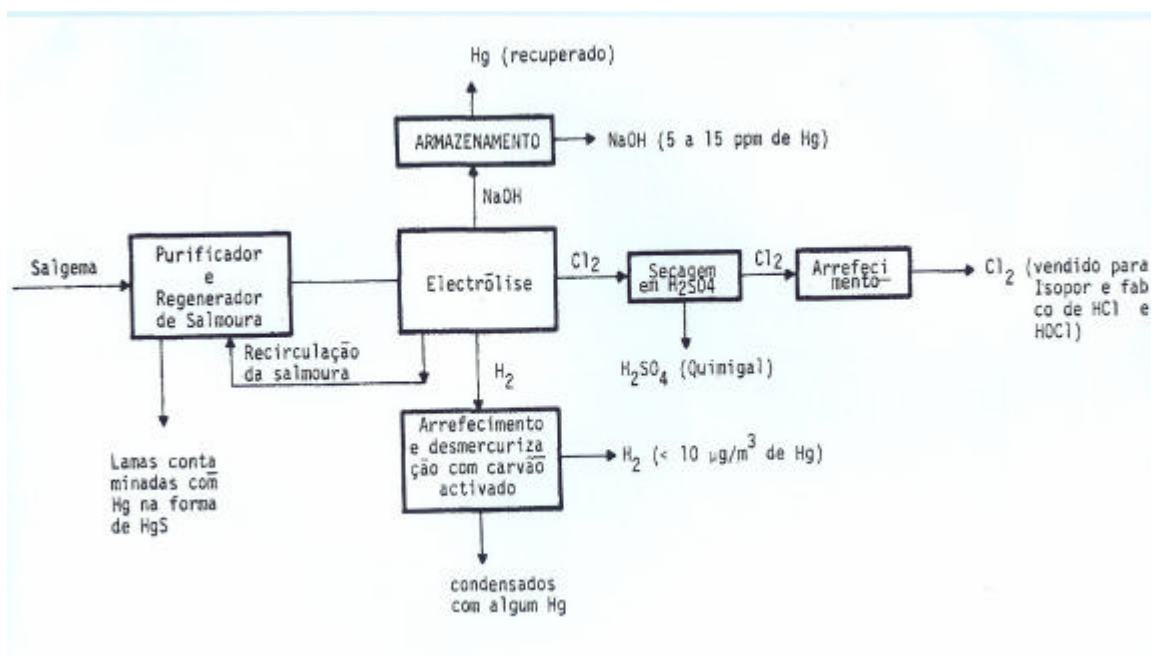


Figura 4.8 -Diagrama do fabrico do Mercúrio apresentado nas Jornadas da Ria de Aveiro

Para além destas perdas, na zona onde se efectuava a electrólise, o mercúrio existia sob a forma de vapor afectando as pessoas que trabalhavam naquele sector.

Foi sugerido nas Jornadas que as fontes poluidoras deveriam adoptar urgentemente medidas tendentes a reduzir ao mínimo o lançamento de mercúrio para qualquer meio receptor. Os responsáveis pela empresa mostraram-se receptivos ao problema. Algumas medidas foram tomadas no sentido de diminuir as cargas rejeitadas, estas possibilitavam o tratamento de

efluentes a médio prazo. A empresa procedeu à separação do circuito de águas com o objectivo de isolar o efluente da electrólise do efluente geral. Por outro lado, era preocupação da empresa controlar regularmente os teores de mercúrio no efluente dado que não tem interesse económico e haver perdas daquele metal.

A Comissão da Convenção de Paris adoptou normas da CEE referentes a muitos contaminantes- Directiva nº 82/176/CEE- 1982 (lançamento de efluentes de fábricas de Cloro-Alkali).

A Uniteca, actualmente, é uma empresa industrial química integrada no Grupo CUF- Companhia União Fabril, SGPS, a holding química do Grupo José de Mello.

Com um historial de mais de 40 anos na produção de Cloro, Soda Cáustica, Hidrogénio, Hipoclorito de Sódio e Ácido Clorídrico, teve até ao final de 1984 também uma actividade têxtil. Actualmente a Uniteca é o maior produtor nacional e o quarto produtor Ibérico destes produtos.

A sede e instalações fabris estão localizadas em Estarreja, no Complexo Industrial Químico, ocupando uma área de 34 ha.

Actualmente a Uniteca é membro da associação de produtores de cloro, euroChlor e subscreveu o programa "Actuação responsável". A empresa afirma que cumpre todas as normas de segurança e realiza os tratamentos de efluentes e produtos o que provoca cada vez menor impacto ambiental.

O Sistema de Gestão de Qualidade foi certificado pela Lloyd's em 1995, o laboratório foi acreditado em 1996 pelo IPQ e no início de 1997, o Sistema de gestão de Qualidade foi também certificado pela APCER.

Nos anos 90 foram, também, intensificadas várias iniciativas de diversificação na actividade química que levaram à dinamização e aumento no Universo do Grupo José de Mello. Na órbita da gestão da Uniteca, encontram-se as seguintes empresas: Quicom- União Comercial de Produtos Químicos, Lda; EQ- Especialidades Químicas, Lda e AQP- Aliada Química de Portugal, Lda.

QUIMIGAL – Durante alguns anos, as pirites arseniosas foram utilizadas como matéria – prima para a produção de ácido sulfúrico (H_2SO_4). Sendo um facto que o arsénio é o elemento tóxico mais abundante nas pirites e o mais preocupante, dado o seu peso, não é o único. A ustulação das pirites libertava para o meio, mercúrio e outros metais pesados, tais como chumbo, ferro e zinco.

No início do século XX a evolução da indústria de produção de ácido sulfúrico veio privilegiar a utilização de pirites como fonte de enxofre, verificando-se em Portugal um desenvolvimento semelhante ao de Espanha, com enorme incremento nas exportações. Também o desenvolvimento posterior do mercado interno, pelo aparecimento de unidades de ustulação em Póvoa de Santa Iria, Barreiro, Setúbal e Estarreja para a obtenção de enxofre elementar, vieram

aumentar a necessidade de incrementar as produções de pirite.

Tradicionalmente, as pirites com teores acima de 45,5 % de S e com menos de 4% de Cu+Pb+Zn, eram consideradas como minérios de enxofre, e como tal destinadas à ustulação em fornos de diversos tipos, para a produção de SO₂, o qual, por sua vez, era convertido em ácido sulfúrico.

As unidades da Química de Portugal (Quimigal), instaladas de 1951 a 1961 em Estarreja e de 1966 a 1984 no Barreiro, bem como as da SAPEC, que foram instaladas de 1928 e 1962, em Setúbal, perfaziam um total de 8 unidades. Em 1988, a sua capacidade de produção de ácido sulfúrico atingia 693.200 ton/ano, das quais 430.000 toneladas eram consumidas, na quase totalidade, no fabrico de adubos.

O cobre tornou-se assim um sub-produto da indústria química, por recuperação a partir do tratamento das cinzas de pirite, a partir da ustulação com sal marinho e posterior lixiviação dos metais não-ferrosos (processo Hendersen).

A necessidade de proceder à reestruturação da Quimigal, com vista ao processo de reprivatização, autorizada em 1991, conduziu ao encerramento de mais de vinte fábricas economicamente inviáveis, incluindo-se nelas as de ácido sulfúrico, as metalurgias do cobre, zinco e metais preciosos.

Até aos princípios do século XX, a exploração de pirite, da Vila de Aljustrel, justificava-se quase exclusivamente pela extracção do cobre contido no mineral. Em finais do século XIX, após a falência de algumas empresas foi a concessão das minas de Aljustrel adquirida por uma empresa belga que as explorou até 1973, passando nessa altura para a empresa Portuguesa, denominada Pirites Alentejanas, de capital misto.

O êxito económico da exploração belga ficou a dever-se essencialmente ao aproveitamento do enxofre no fabrico de ácido sulfúrico destinado à então florescente indústria adubeira.

A reconversão que este sector da indústria sofreu na década de 80, conduziu a que se procurasse um aproveitamento integrado dos metais contidos na pirite.

Terminado o ciclo do ácido sulfúrico, em 1991, foi lançado um projecto ambicioso para a produção de concentrados de cobre, zinco e chumbo, que devido a vicissitudes de várias ordens acabou por falhar economicamente, provocando a suspensão da lavra mineira em 1993.

Após a produção do ácido sulfúrico, o arsénio ficava essencialmente sob três formas:

- nas cinzas de pirites;
- no efluente de H₂SO₄;
- na atmosfera.

Inicialmente, as cinzas de pirite eram transportadas para o Barreiro, não constituindo uma

fonte de poluição para a Ria de Aveiro. Surgiam problemas quando chovia dado que ocorria uma lixiviação com o arrastamento de arsénio para o meio receptor.

Relativamente ao arsénio presente nos efluentes líquidos da produção do H_2SO_4 , era conduzido para uma bacia de decantação onde grandes quantidades de lamas com elevadas concentrações de arsénio eram precipitadas. O sobrenadante era quase todo reutilizado nas sulfatações, incorporando-se, desta forma, o arsénio no sulfato de amónio. Apenas o excesso se descarregava no efluente geral. Em condições normais pode afirmar-se que as concentrações de As no efluente geral apresentava valores relativamente baixos, embora superiores ao máximo de tolerância (0.5 mg/l).

Relativamente à área em estudo, o problema mais delicado reside do facto de que as lamas retiradas do decantador terem sido depositadas num parque de lamas anexo às instalações fabris. O problema agravava-se em épocas de chuvas.

O arsénio lançado para a atmosfera, resultante das poeiras do processo de ustulação, era por acção do vento e da gravidade depositado numa área relativamente vasta, mais uma vez, no período das chuvas o problema piorava.

A Quimigal deixou de produzir H_2SO_4 , mas o parque de lamas manteve-se até os dias de hoje com os consequentes problemas derivados da lixiviação. **(Figuras 4.9 e 4.10)**



Figura 4.9- Amontoado de cinzas de pirite no parque da Quimigal



Figura- 4.810- Amontoado de cinzas de pirite no campo da Quimigal

A principal produção da Quimigal, durante muitos anos foram os adubos azotados, por isso era natural que os seus efluentes apresentassem valores elevados de azoto.

Das análises efectuadas, anteriormente à realização das Jornadas da Ria de Aveiro, ao efluente geral, pela fábrica, foram obtidos os seguintes valores:

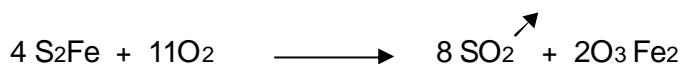
- Em 28/12/1984 - 576 mg/l
- Em 31/01/1985 – 1008 mg/l

Pode-se concluir que as cargas lançadas para o meio receptor foram elevadas. Por outro lado o abuso do uso destes adubos por parte dos agricultores agravou ainda mais a situação, pois todos estes produtos, mais tarde ou mais cedo, acabam por ser lançados na laguna.

4.4.7- Caracterização da Pirite (FeS₂)

A pirite é o Sulfureto mais comum e disseminado na crosta terrestre. Forma-se tanto a baixas como a altas temperaturas, embora as massas de maior extensão tenham sido formadas a altas temperaturas. Ocorre como segregação magmática directa e como um mineral acessório nas rochas ígneas, também em filões e depósitos metamórficos de contacto. É um mineral comum nas rochas sedimentares, sendo tanto de origem primária como secundária. Os principais jazigos de pirite da Europa encontram-se em Espanha e Portugal. Teoricamente a pirite deveria conter 53,33 % de Enxofre. Na realidade a percentagem de enxofre varia entre 40 a 50%. O minério de pirite contém, um pouco de Cobre – 3 a 4%, sob a forma de Calcopirite. É um mineral bastante denso (5 a 5,2) e duro (6 a 6,5). Apresenta-se em massas compactas de aspecto metálico de cor acinzentada ou esverdeada – amarelada, e em cristais octaédricos, brilhantes, cor de ouro.

Inflama-se ao ar aos 400-500 °C, ardendo em seguida por si próprio com formação de anidrido sulfuroso (de cheiro característico) e óxido de ferro, segundo a equação:



A pirite interessa, comercialmente, como minério de enxofre constituindo a matéria principal da indústria do ácido sulfúrico. O gás SO₂, derivado da queima da pirite, pode ser usado na fabricação da pasta de papel.

4.4.8- Mercúrio como fonte de poluição

O mercúrio é usado há 2 ou 3 milénios como pigmento, sob a forma de cinábrio e, desde a idade média, em medicamentos; passou a ser conhecido como elemento particularmente tóxico para os humanos após a ocorrência do acidente de Minamata, no Japão ocorrido entre os anos 1953 e 1958.

O mercúrio existe na forma de metal livre, ou integrado em compostos orgânicos ou inorgânicos. O metal livre é líquido à temperatura ambiente, tóxico e extremamente volátil. Nos compostos inorgânicos está presente em dois estados de oxidação (Hg⁺, Hg⁺⁺), podendo formar sais. Como composto orgânico pode formar o alquilmercúrio (RHgX), dialquilmercúrio (R₂Hg), arilmercúrio (ArHgX) e diarilmercúrio (Ar₂Hg). Estas formas são interconvertíveis pelas suas propriedades físico-químicas, ou por acção de microorganismos (SANSENS, 1987).

O Hg ocorre naturalmente em todos os compartimentos ambientais. A maior parte do mercúrio, existe em minerais nas rochas como sulfureto (HgS) e metal livre (Hg⁰), a erosão liberta cerca de 800 ton/ano de mercúrio que atinge os oceanos como sólidos suspensos ou em solução; também entra na hidrosfera por deposição ou descargas de origem antropogénica.

Os microorganismos são responsáveis por algumas das mais importantes transformações entre compostos de mercúrio. É de salientar a biometilação, esta ocorre nas camadas superficiais dos sedimentos e nas partículas suspensas, por acção de bactérias e fungos, principalmente sobre o mercúrio ligado à matéria orgânica, formando-se o metilmercúrio (MeHg).

As principais fontes de mercúrio como contaminante são:

- Indústria de cloro e soda acústica – cujo principal processo tecnológico é a electrólise de cloreto de sódio em células de cátodo de mercúrio;
- Indústria do papel e pasta do papel – sendo utilizados compostos orgânicos de mercúrio (fenilmercúrio); parte era descarregado nas vias hídricas e o restante era enviado posteriormente para o ambiente, através da combustão do papel; por outro lado, o cloro e a soda, também

contaminados com mercúrio, eram utilizados como matéria – prima;

- Indústria mineira e de refinação – a exploração de minerais e minérios é responsável pela emissão de mais de 2000 toneladas/ano de mercúrio;

- Indústria de tintas – alguns compostos organomercuriais são usados como bactericidas e fungicidas; as tintas anti-incrustantes utilizadas em navios libertam na água elevadas quantidades de mercúrio;

- Laboratórios, hospitais e aplicações dentárias – o mercúrio é um componente importante em vários tipos de equipamento laboratorial, medicamentos, reagentes, desinfectantes e soluções esterilizantes acabando por ser lançados no ambiente, nos efluentes urbanos;

- Pesticidas – sendo o mercúrio muito tóxico, o seu uso em pesticidas generalizou-se; a sua utilização foi proibida em muitos países, a partir da década de 60, devido ao ocorrido em Minamata;

- Combustíveis fósseis – apesar de conterem concentrações reduzidas de mercúrio, tendo em conta a quantidade de combustível usado, grandes concentrações desse metal são libertadas para a atmosfera;

- Indústria cimenteira;

- Indústria química em geral;

- Indústria de componentes eléctricos;

- Incineração – a incineração de materiais cuja constituição englobe mercúrio permite a sua libertação para a atmosfera e dispersão do mesmo.

Os efluentes de algumas indústrias são descarregados na Ria, muitas vezes sem qualquer tipo de tratamento, o que faz com que certas zonas estejam altamente contaminadas com metais tóxicos e substâncias organocloradas.

O mercúrio é um dos poluentes lançados na ria pelas povoações industriais, actividades agropecuárias e portuárias. No entanto, é de salientar duas fontes:

- os esgotos domésticos (cerca de 30 Kg/ano);

- as indústrias, especialmente a Uniteca, indústria produtora de Cloro e soda caustica; outras indústrias do Complexo industrial e as celulosas do Caima também têm contribuído, embora em quantidades insignificantes, com emissões de mercúrio.

O mercúrio emitido aparece distribuído por toda a zona lagunar em diferentes concentrações e nos sedimentos, nas partículas suspensas e nos organismos vivos da Ria.

HALL et AL (1985) determinaram valores de 850 mg/Kg de mercúrio no sedimento do

Esteiro de Estarreja. Na zona afectada pelos esgotos domésticos, a concentração do Hg nos sedimentos ultrapassa 1 mg/Kg; a média para toda a Ria, fora da zona do Laranjo, é de 0,72 mg/Kg e nas áreas não contaminadas é de 0,14 mg/Kg.

Antes da realização das Jornadas da Ria de Aveiro foram feitas análises, no Departamento de Química da Universidade de Aveiro, onde se realizou um estudo da dinâmica de biocidas orgânicos e inorgânicos entre as diferentes partes do ecossistema lagunar.

Foram objecto de principal atenção as massas de água de diferentes salinidades, os sedimentos suspensos e subjacentes a essas massas de água e a biota (espécies animais: demersais e pelágicos, essencialmente as de maior valor comercial e espécies vegetais).

Após uma primeira análise, verificou-se que as concentrações de Hg nos sedimentos eram muito elevadas. Tornava-se assim necessário fazer um estudo mais detalhado, com o objectivo de estabelecer a origem e o gradiente de distribuição de Hg ao longo da Ria.

Procedeu-se à recolha de amostras de sedimentos superficiais em 67 locais distribuídos assimetricamente por toda a laguna e praias vizinhas. Esses locais foram seleccionados de forma a permitir apreciar a ocorrência de fontes importantes de Hg para os sedimentos e o efeito de dispersão provocado pelos movimentos periódicos das águas, que são induzidos pelas marés e pelas estações do ano.

Para a realização desta análise foram escolhidas três zonas:

- A zona Norte que inclui todos os pontos a Norte da amostragem situados a Norte do paralelo de S. Jacinto e a Oeste do meridiano de Ovar; as descargas mais importantes feitas nesta zona correspondem aos rios Vouga, Fontela, Gonde e Cáster; nas descargas indirectas estão incluídas as do rio Antuã e do Parque Industrial de Estarreja e as das fábricas de Papel de Cacia e do Caima. Na zona Norte individualizam-se três sub-zonas, Ovar, Torreira e Vouga.
- A zona Sul, que engloba toda a área molhada que se estende desde o paralelo de S. Jacinto até ao Cais do Areão e para poente do meridiano de Aveiro sendo contígua, para Sul à zona Norte, é nesta zona que se situa a boca da Barra e, por ela passam todos os contaminantes que são trocados com o mar.

As descargas mais importantes feitas nesta zona são as da Barrinha de Mira, feita através do canal de Areão e do rio Boco às quais se acrescenta o esgoto doméstico de Aveiro. Estas duas descargas transportam também efluentes domésticos oriundos da praia de Mira, Vagos e Ílhavo. As descargas directas desta zona incluem as indústrias de alimentos, de tratamento de superfícies metálicas e de cerâmica.

Nesta zona podem considerar-se também três sub-zonas, Aveiro, rio Boco e canal de Mira.

- Zona do Laranjo, é a zona que tem despertado maior interesse relativamente à contaminação do mercúrio, nesta zona era feita a descarga do efluente da fábrica de cloro e soda caustica que é, sem sombra de dúvida, a maior fonte de contaminação de Hg.

A zona do Laranjo recebe água doce de vários pequenos cursos de água, entre os quais o

rio Antuã merece ser mencionado por apresentar um caudal médio anual da ordem de grandeza de $4 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$.

A amplitude de maré observada nesta zona depende, naturalmente, do ciclo de marés, mas é bastante afectada pela direcção e intensidade dos ventos. O volume médio da água contido na zona do Laranjo é difícil de estimar numa maré cheia. O conjunto de canais e esteiros que para ele drenam tem um comprimento total aproximado de 10 Km. Pode dizer-se que a hidrodinâmica desta zona pode ser visualizada como consistindo na descarga para o Chegado, em cada vazante, de $1,5 \text{ Mm}^3$ de água contaminada, 40 % da qual pode ficar retida no canal de ligação voltando novamente para o Laranjo quando a maré inverte o seu sentido. Esses 40% de contaminantes que retornam ao Laranjo vão ser distribuídos por todos os canais e esteiros, proporcionalmente aos seus volumes, pelo que os respectivos sedimentos e águas estarão contaminados apesar de não serem realizadas descargas directas de Hg.

Nesta zona consideraram-se as seguintes sub-zonas: esteiro de Estarreja, rio Antuã, esteiro de salreu, esteiro de canelas, esteiro da Barbosa e Largo do Laranjo.

As amostras de sedimentos foram colhidas utilizando um dos seguintes métodos:

- a) Na zona entre as marés, usando uma pá de ferro galvanizado, retiraram-se porções da camada superficial do sedimento exposto (o suficiente para perfazer 3 Kg de amostra aproximadamente e nunca menos de 5 porções); a colheita foi distribuída aleatoriamente dentro de um círculo situado, o mais próximo possível, da linha de água na maré baixa;
- b) Nos locais imersos, usando um amostrador fizeram-se lançamentos pela borda fora (não menos de 5) e recolheram-se aproximadamente 3 Kg de amostra, os lançamentos foram aleatoriamente distribuídos à volta da canoa que se mantinha ancorada.

As porções recolhidas foram introduzidas num saco de polietileno e decantadas do excesso de água. Os sacos foram fechados, guardados em caixas termicamente isoladas, previamente arrefecidos a -30°C e transportados para o laboratório onde foram congelados e mantidos à mesma temperatura.

Para efectuar a análise, as amostras foram descongeladas à temperatura ambiente, homogeneizadas dentro do saco por pressão manual exterior, estendidas entre duas folhas de papel de filtro e deixadas a secar ao ar do laboratório durante dois dias aproximadamente. Posteriormente foram homogeneizadas e reduzidas a cerca de 1 kg. Esta porção foi seca na estufa e mantida a 105°C , durante uma noite, e guardada em frascos de polietileno.

Após a análise dos resultados (apresentados nas Jornadas da Ria de Aveiro) concluiu-se que a Zona do Laranjo é considerada uma zona de emergência. Esta zona levará anos a recuperar uma qualidade compatível com qualquer uso. Esta zona põe em risco uma grande parte do ecossistema lagunar e em perigo a saúde humana.

Os campos marginais dos esteiros da zona do Laranjo têm grandes probabilidades de estarem

também contaminados com Hg devido às marés vivas. Por isso, foi recomendado a realização de obras de engenharia, evitar o regolfo para os canais e campos marginais, durante a enchente, de água contaminada.

É também indispensável o controlo, por parte das autoridades competentes, no cumprimento da lei quanto às descargas de Hg para o ambiente.

4.4.9- Metais pesados e organoclorados em caranguejos da Ria de Aveiro

Nas Jornadas da Ria foi apresentado um trabalho, do Instituto Nacional de Investigação das Pescas, acerca das concentrações de metais pesados (Cd, Pb, Zn, Cu, Cr, Fe, Mn e Al) e compostos organoclorados (dieldrina, DDT e seus metabolitos e PCBs) no caranguejo (*Carcinus maenas*) da laguna.

A análise de metais foi feita por espectrofotometria de absorção atómica e a de organoclorados por cromatografia gás-líquido.

A quantidade de produtos acumulada nos diferentes órgãos é bastante variável. Os organoclorados e o Cádmio são mais abundantes no Sistema digestivo, pelo contrário, o Fe, Pb, Cu, Mn e Cr encontram-se mais concentrados nas guelras. Foram observadas diferenças significativas nos diversos órgãos analisados: guelras, sistema digestivo, músculo e gónadas.

4.4.10- Resíduos tóxicos e perigosos (RTP)

Nos anos 60 verificou-se o aumento do sector industrial em Portugal, imediatamente depois da adesão à EFTA (Associação Europeia do Comércio Livre) e enquadra-se na política governamental do desenvolvimento económico e social.

Em 1962, o ingresso externo representava aproximadamente 9,5% e em finais da década já era cerca de 20%. Estas indústrias eram maioritariamente subsidiárias de multinacionais cuja produção se destinava à exportação. Os ingressos foram realizados em sectores industriais-base: siderurgia, refinação de petróleo, adubos, celulose e outras indústrias químicas. Estas indústrias concentraram-se nas áreas urbano-portuárias de Lisboa, Setúbal, Aveiro (Cacia e Estarreja), Figueira da Foz e Sines. Uma estratégia que contribuiu para reforçar o modelo de litorização da economia.

Na região centro do litoral foi o Concelho de Estarreja que recebeu indústrias químicas e metalo-mecânicas, por decisão técnica do Governo Central e sob indicação das multinacionais.

O Complexo Industrial desenvolvido, o segundo mais importante do país, é uma grande

fonte de poluição da Ria de Aveiro. É responsável por 80% da poluição industrial e também por um grande consumo de água.

Os dez Concelhos que envolvem a Ria de Aveiro; Águeda, Albergaria-a-Velha, Aveiro, Estarreja, Ílhavo, Mira, Murtosa, Oliveira do Bairro, Ovar e Vagos; conjuntamente com o Concelho de Figueira da Foz totalizam 364239 habitantes, correspondentes a 4% da população e a 2% da superfície de Portugal Continental. A densidade populacional é superior à média nacional (105 hab./Km²).

A área envolvente à laguna, apesar de ter conhecido durante anos uma actividade de carácter quase exclusivamente agrícola, apresenta actualmente uma significativa vitalidade económica nos sectores da pesca, pecuária, indústria e actividades terciárias.

O desenvolvimento industrial enquadra-se no contexto da valorização dos recursos endógenos e da sua situação geográfica. Nos diferentes sectores da indústria ligeira dominam empresas de pequena dimensão, cuja expansão, recente, ocorre depois dos anos 70. No entanto, também é evidente a especialização industrial. O sector metalúrgico representa quase 37% e concentra-se nos concelhos de Águeda e Aveiro.

É de destacar, também, a importância do Porto marítimo de Aveiro que se destaca pelo seu movimento comercial.

O sistema aquífero que constitui a Ria de Aveiro suporta o abastecimento urbano, indústria, agricultura, pecuária e aquacultura e também ecossistemas protegidos (Reserva Natural das dunas de S. Jacinto) e a preservar (Pateira de Fermentelos). O litoral, por sua vez, está submetido a uma intensa exploração do turismo de veraneio (praias).

Não obstante, a região centro, no contexto nacional, não apresenta uma situação muito desfavorável, embora possua algumas zonas em risco. Diariamente são lançados na laguna cerca de 85365 m³ de poluentes e destes, 87% correspondem a descargas industriais. As restantes contêm elevada concentração de adubos, pesticidas e matéria orgânica que provém, fundamentalmente, da actividade agrícola e agropecuária e águas residuais urbanas.

Os problemas de gestão, dos resíduos tóxicos e perigosos (RTP) de origem industrial, provêm do desconhecimento das quantidades produzidas, recolhidas e da sua composição.

Partindo dos dados disponíveis e, de acordo com a tipologia industrial, conclui-se que são os concelhos de Estarreja e Aveiro os que produzem maiores quantidades de RTP, cerca de 99,4%, dado que não existe tratamento das lamas depositadas nas fábricas o que leva consequentemente à contaminação das águas por meio de escorrência e infiltração.

No que se refere à composição química, identificam-se 23638 Kg de CBO (carência bioquímica de oxigénio)/dia e 9455 Kg/dia de SST (sólidos suspensos totais). Da totalidade destes produtos, 88% e 71%, respectivamente, têm origem na actividade industrial.

A proporção de metais determinada, em análises realizadas em 1989, é muito diversificada. Das quantidades encontradas destacam-se as concentrações de zinco e cobre (726,7 µg/l de zn, em 1988).

Apesar das concentrações dos restantes metais não exceder os limites indicados pelas directivas comunitárias e pela Environmental Protection Agency causam preocupação se se considerar a acumulação nos sedimentos e na situação de baixa-mar. As concentrações do mercúrio nos sedimentos superficiais chegam a 850 mg/Kg de sedimento seco.

Na zona de Estarreja verifica-se a concentração de emissões de cloro, mononitrobenzeno e ácido sulfúrico, os quais em situação atmosférica desfavorável (vento calmo e humidade elevada) e descargas anómalas atingem valores consideráveis.

As fábricas de celulose emitem partículas, dióxido de enxofre, óxidos de azoto, ácido sulfúrico e compostos sulfurosos que são responsáveis por um cheiro característico e fortemente desagradável.

As indústrias do complexo industrial de Estarreja, as fábricas de tintas e vernizes, metalúrgicas e metalomecânicas, concentradas principalmente a Norte e Nordeste da laguna, laboram há já bastantes anos lançando os resíduos da sua actividade em depósitos a céu aberto ou em cursos de água, a maioria, sem tratamento prévio. Contribuem assim para a elevada concentração de metais pesados como: Cu, Co, Mn, Ni, Cd, Na, Pb, Cr As e Hg, hoje existentes na laguna e áreas circundantes.

Estudos feitos em relação às águas superficiais (HALL, 1985) revelam que a zona do Laranjo é a mais contaminada por metais pesados. Esta área recebe as águas provenientes do Esteiro de Estarreja e do Norte da laguna- Canal de Ovar. Principalmente o mercúrio surge dissolvido nas águas em concentrações muito elevadas em relação a outras zonas da laguna situadas mais a sul. Esta situação relaciona-se com a recepção dos efluentes provenientes do complexo industrial de Estarreja, mas também à contaminação de sedimentos dos fundos.

Estudos recentes (DELGADO e GOMES, 1992) revelam que a poluição dos sedimentos dos fundos da laguna e das zonas adjacentes é mais preocupante que a poluição química das águas. Mesmo que cessasse o lançamento de produtos químicos nas águas, estas continuariam a recebê-los na interface sedimento/água, sempre que ocorressem variações no meio.

A fixação e retenção de metais pesados depende do conteúdo em argila e do tipo de minerais argilosos existentes nos sedimentos dos fundos. Os minerais argilosos possuem propriedades como a sua elevada superfície específica e capacidades de troca iónica que facilitam aquela retenção.

O hidrodinamismo, a salinidade e a quantidade de matéria orgânica também têm influência na fixação de metais pesados. Por exemplo, o mercúrio proveniente de efluentes líquidos e infiltrações de lamas residuais de uma indústria do complexo de Estarreja, surge associado aos sedimentos ricos em Illite e Vermiculite e em maior concentração nos locais onde o sedimento é mais rico em matéria orgânica e o hidrodinamismo sofre acentuado decréscimo.

Os metais pesados fixos nos colóides (argilas e matéria orgânica) são transportados em suspensão. A mudança de salinidade das águas ao chegar à laguna, leva à floculação daqueles colóides e à sua integração nos fundos. Em algumas zonas, os metais poderão permanecer ao

longo do tempo imobilizados sob a forma de sulfuretos, devido à existência de H₂S libertado por bactérias sulfato-redutoras dos fundos.

Também os sedimentos das zonas marginais à laguna e aos canais apresentam consideráveis concentrações de metais pesados , embora bastante inferiores às dos canais.

4.4.11 - Outros poluentes

Na bacia hidrográfica de Aveiro existem outros produtos industriais: o papel, a lexívia, os adubos o PVC, as aguardentes da Bairrada, as bicicletas de Águeda, as colas da Gafanha e os alumínios anodizados de Fermentelos.

Outro exemplo era o fosgénio utilizado na Isopor. Este gás enquanto estiver contido no seu recipiente é inofensivo, mas ao ocorrer um acidente como o de Sevesso ou Bopal, pode acarretar um grande número de vítimas.

Outro caso é o da Cires com a produção de cloreto de vinilo.

CAPÍTULO 5

Análise dos Impactos Ambientais e Medidas Mitigadoras no caso de Impactos negativos

5- ANÁLISE DE IMPACTOS AMBIENTAIS E MEDIDAS MITIGADORAS NO CASO DE IMPACTOS NEGATIVOS

5.1- Efeitos tóxicos do mercúrio e Impactos Ambientais

As principais transferências biológicas de energia envolvem o consumo de partículas detriticas, por organismos designados como detritívoros. Consoante o local de alimentação, os organismos são classificados como; depositívoros (sedimentos) e suspensívoros (partículas suspensas na coluna de água).

Junto com o alimento estes organismos ingerem partículas ricas em metais que entram nas cadeias tróficas e atingem níveis tróficos superiores.

O mercúrio, sob a forma de metilmercúrio, é um composto bioacumulável nos seres vivos, dado que a sua taxa de excreção é inferior à de ingestão; concentrações inócuas no meio podem facilmente ser transformadas em tóxicas para o organismo.

O mercúrio é altamente solúvel nas lipoproteínas, facilitando a sua penetração através das membranas celulares. No interior da célula, liga-se preferencialmente, aos grupos SH, tendo um efeito inibidor sobre as enzimas que os possuem. Também pode ligar-se a outros grupos como o fosforil, carboxil, amina e amida.

O acidente de Minamata, no Japão, levou à descoberta de outro mecanismo de toxicidade do mercúrio: a biconcentração ao longo da cadeia trófica (a concentração de metilmercúrio no músculo dos peixes é 10000 vezes maior do que a encontrada na água). O metilmercúrio (MeHg) é assim o composto mais tóxico por bioacumulação, por ser um composto facilmente absorvido através da barreira intestinal.

Alguns estudos efectuados na Ria de Aveiro, com enguias, mostraram que a concentração de mercúrio, no fígado, é superior à existente nos músculos.

Os valores limite aconselhados pela Convenção de Paris e Comunidade europeia são de 0,3 mg Hg/ Kg de peso húmido para o músculo do peixe (valor altamente ultrapassado na região em estudo).

No bacterioplâncton estuarino a toxicidade do Hg manifesta-se por alterações estruturais e bioquímicas que conduzem, muitas vezes, à inibição total e morte dos microorganismos (Cunha, 1993).

Dependendo da forma em que se apresenta, o mercúrio orgânico ou metálico, afecta a permeabilidade das membranas. As formas orgânicas são particularmente tóxicas, devido à sua grande afinidade para os fosfolípidos da membrana e parede: a sua ligação às membranas celulares pode alterar a distribuição de iões, mudar potenciais eléctricos e, por conseguinte, interferir com o movimento dos fluidos através da membrana.

O mercúrio tem, também, grande afinidade pelo enxofre, sobretudo grupos sulfídricos das proteínas, perturbando o normal funcionamento das mitocôndria e lisosimas (BÓIA, 1996).

Outro efeito do mercúrio é a alteração da carga eléctrica superficial das bactérias, o que afecta a fisiologia da célula e a sua relação com outras células (CUNHA, 1993).

O mercúrio liga-se, frequentemente, aos quimiorreceptores bacterianos provocando o seu

bloqueio e inibindo a capacidade de reconhecimento dos substratos utilizáveis e as respostas quimiotácticas.

O Hg pode entrar em competição com iões essenciais para as bactérias, como o Ca^{++} , o Mg^{++} e o Zn^{++} , com alteração conformacional de algumas enzimas e a sua consequente inibição. Quando há substituição do metal do centro activo de alguma enzima pelo mercúrio, verificam-se fenómenos de estimulação com perda de especificidade e eficiência catalítica (CUNHA, 1993).

As alterações enzimáticas do bacterioplâncton provocam decréscimos da absorção de substratos, da actividade respiratória e inibição das vias de fosforilação oxidativa. Consequentemente, ocorre um decréscimo do número total de bactérias e de biomassa (BÓIA, 1996).

O dimetilmercúrio, resultante da metilação bacteriana, é volátil, sendo rapidamente perdido para a atmosfera. Também pode ser usado pelas bactérias como fonte de carbono, com a formação de metilmercúrio e outras formas organometálicas. Muitos destes compostos organometálicos são mais tóxicos que o mercúrio livre, contudo, são também mais voláteis e susceptíveis à degradação microbiana e química.

Como forma de resistência é frequente em ambientes poluídos, como é o caso da Ria de Aveiro, a ocorrência de um gene responsável pela redução do mercúrio metálico a Hg^0 (CUNHA, 1993).

Como mecanismos destoxificantes, as bactérias produzem H_2S , que leva à precipitação do mercúrio na forma de sulfetos insolúveis, e libertam compostos orgânicos que se ligam ao mercúrio e o retêm no meio extracelular.

As estirpes bacterianas resistentes apresentam capacidade de adsorção (ligação não específica do Hg à parede da célula, à cápsula ou às camadas mucilaginosas extracelulares) e acumulação / absorção intracelular (mecanismo activo que depende do metabolismo celular). O mercúrio acumulado pelas bactérias é eficientemente transmitido pelas cadeias alimentares a ciliados e a copépodes.

No caso da Ria de Aveiro, ambiente sujeito a poluição orgânica, o efeito dos metais pesados sobre o bacterioplâncton pode afectar negativamente a contribuição bacteriana, extremamente importante na autodepuração destes sistemas.

Têm sido feitos estudos sobre os efeitos do mercúrio na espécie *Artemia* e verificou-se que ele penetrava rapidamente nos tecidos deste ser vivo, alterando a sua mobilidade. Concentrações muito elevadas de mercúrio (1 mg de HgCl_2) causaram 100% de mortalidade e concentrações inferiores levaram à diminuição de eclosão, aumento do fototropismo e diminuição da taxa respiratória.

Verificou-se que o teor de Hg na espécie *Artémia* é directamente proporcional às concentrações totais de mercúrio existentes no sedimento.

Foram feitos estudos em douradas e robalos de piscicultura semi-intensiva. Estes revelaram que o teor de Hg nos robalos varia com a idade. Os valores encontrados foram

inferiores aos recomendados pela Convenção de Paris (0,3 mg/Kg). Estes valores podem ser devidos a alimentação dos peixes ser totalmente natural, o que diminui a influência de uma cadeia trófica (contaminada) sobre a qualidade do produto final (BÓIA, 1989).

A presença de Hg na água da laguna pode desenvolver resistências. Foram encontradas estirpes bacterianas resistentes aos metais pesados, inclusive espécies de crustáceos e bivalves.

No homem o Hg é rapidamente absorvido e concentrado nos rins, podendo atingir todos os órgãos, dado a sua lipossolubilidade; atravessa com facilidade as barreiras biológicas, podendo causar grandes alterações no feto.

No entanto, apesar de tudo, tem-se verificado que os níveis de mercúrio na ria de Aveiro têm manifestado uma tendência decrescente, de qualquer forma os efeitos são nefastos porque o Hg tem a capacidade de ser bioacumulado e biotransferido. Tem uma elevada mobilidade e estabilidade química, circula no ecossistema e é sucessivamente concentrado ao nível das cadeias trófica.

A remoção do mercúrio no ecossistema é praticamente impossível, com a agravante de os seus efeitos poderem não ser localizados e dependem dos factores ambientais e climáticos.

5.2- Impacte ambiental dos metais pesados no ambiente

O termo “metais pesados”, de uso generalizado, refere-se aos metais cuja densidade é superior a 5 ou 6, tais como o arsénio, cádmio, cobre, chumbo, mercúrio, níquel e zinco, sendo considerados muito perigosos para as plantas e animais. **(Tabela 5.1)**

Tabela 5.1- Comparação entre a densidade da água, metais pesados e metais leves

| Elemento | Densidade |
|------------------|-----------|
| H ₂ O | 1.0 |
| As | 5.8 |
| Cd | 8.7 |
| Pb | 11.3 |
| Hg | 13.5 |
| Mg * | 1.7 |
| Al * | 2.7 |

* metais leves

Os metais pesados são componentes naturais do ambiente, onde existem naturalmente em quantidades vestigiais. Alguns, tais como o cobre e o zinco, são micronutrientes essenciais, em pequenas quantidades para a vida das plantas e animais. Contudo, os metais pesados têm vindo a causar preocupações pela adição ao solo, água e ar em quantidades crescentes.

Muitos metais diferem dos componentes orgânicos tóxicos pelo facto de não serem degradáveis, serem indestrutíveis e, por esta razão, acumuláveis no ambiente.

Muitos metais afectam directamente ou por bioacumulação a saúde humana. Certos metais são potencialmente cancerígenos, como por exemplo, o níquel, o arsénio, o cádmio e o crómio. Outros, podem causar lesões renais e/ou hepáticas e perturbações no sistema Nervoso

Central (arsénio, cádmio e chumbo).

O arsénio é principalmente transportado no ambiente pela água. A lixiviação do arsénio é lenta devido à ligação dos óxidos de ferro e alumínio hidratados. As elevadas concentrações do arsénio nos solos podem causar deficiências no crescimento das plantas.

Relativamente aos metais pesados as suas concentrações na água e nos sedimentos devem-se, como já foi referido, à existência de cargas de efluentes. Têm sido encontrados teores elevados de metais pesados no sedimento do Largo do Laranjo e Largo da Coroa, sendo mais preocupantes no primeiro caso (GRIA, 1990). Segundo ABREU et AL (2000), podem observar-se na **tabela 5.2** que as concentrações de cobre e zinco no Largo da Coroa são bastante mais elevados do que nas outras estações. Em relação ao chumbo total os valores encontrados em vários pontos da Ria variaram entre 0,6 $\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ e 7,3 $\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ (no Largo Laranjo).

Tabela 5.2 – Concentrações médias anuais ($\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$), totais e dissolvidas, de vários metais pesados nas várias estações para uma amostragem realizada pelo Instituto Hidrográfico em 1989. Fonte: adaptado de GRIA, 1990

| <i>Metal</i> | <i>Cd</i> | | <i>Cu</i> | | <i>Hg</i> | | <i>Pb</i> | | <i>Zn</i> | |
|------------------------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|
| <i>Estação</i> | <i>Total</i> | <i>Diss</i> | <i>Total</i> | <i>Diss</i> | <i>Total</i> | <i>Diss</i> | <i>Total</i> | <i>Diss</i> | <i>Total</i> | <i>Diss</i> |
| <i>Torreira</i> | 1,2 | 1,1 | 2,0 | 2,0 | 0,04 | 0,03 | 0,90 | 0,90 | 7,3 | 6,6 |
| <i>Cais do Saco</i> | 1,1 | 0,9 | 2,0 | 1,4 | 0,02 | 0,01 | 1,60 | 1,10 | 9,6 | 7,0 |
| <i>São Jacinto</i> | 1,2 | 1,2 | 1,7 | 1,5 | 0,02 | 0,01 | 1,00 | 0,80 | 15,5 | 12,0 |
| <i>Palmeiras</i> | 1,3 | 0,9 | 2,0 | 2,0 | 0,03 | 0,02 | 1,00 | 0,80 | 12,0 | 11,3 |
| <i>Canal Principal</i> | 1,2 | 1,0 | 2,2 | 1,8 | 0,02 | 0,01 | 0,90 | 0,70 | 9,8 | 8,5 |
| <i>Largo do Laranjo</i> | 0,9 | 0,8 | 2,7 | 2,6 | 0,65 | 0,09 | 1,40 | 0,09 | 22,7 | 13,2 |
| <i>Cais dos Bacalhoeiros</i> | 1,3 | 1,0 | 2,8 | 2,0 | 0,03 | 0,02 | 1,30 | 0,90 | 10,0 | 9,2 |
| <i>Clube dos Galitos</i> | 1,4 | 1,1 | 5,7 | 3,3 | 0,03 | 0,01 | 0,90 | 0,80 | 11,7 | 10,8 |
| <i>Vista Alegre</i> | 1,0 | 0,7 | 4,0 | 2,6 | 0,03 | 0,02 | 1,00 | 0,70 | 15,8 | 12,0 |
| <i>Largo da Coroa</i> | 1,3 | 1,1 | 26,8 | 16,2 | 0,19 | 0,03 | 3,60 | 1,40 | 220,2 | 167,2 |
| <i>Rio Vouga (Angeja)</i> | 1,4 | 1,1 | 3,8 | 4,0 | 0,02 | 0,02 | 1,20 | 0,90 | 11,8 | 10,4 |

5.3- Impacto dos Efluentes Urbanos Sobre a Ria de Aveiro

Desde sempre que as populações ribeirinhas lançaram os seus efluentes nas massas de água que lhes passavam à porta. E, enquanto a população se manteve em níveis manejáveis, os ecossistemas foram sendo capazes de absorver as cargas que sobre eles eram lançadas, não havendo consequências nefastas aparentes para o biótopo. A revolução industrial e consequente acumulação de milhares de pessoas em áreas muito pequenas veio originar caudais e cargas de poluentes que excediam a capacidade de assimilação dos ecossistemas.

A característica dominante de um efluente doméstico ou urbano é a presença de centenas de mg/l de matérias que são biologicamente degradáveis, sendo transformadas principalmente em HO_2 , CO_2 e biomassa dos microorganismos depuradores. Para que essa transformação se processe normalmente é necessário haver oxigénio dissolvido na água em quantidade suficiente. Quando isso acontece, os microorganismos reproduzem-se, eliminam a matéria dissolvida no efluente, morrem, depositam-se no fundo juntando-se a outras partículas sedimentáveis lançadas directamente na água e aí se inicia a sua decomposição. Nos estuários, como o oxigénio disponível nos sedimentos é geralmente muito inferior, essa decomposição ocorre em condições anaeróbias com produção de gases que são tóxicos e têm maus cheiros. Estes efeitos, contudo, só se notam quando os sedimentos ficam a descoberto. Quando a quantidade de oxigénio dissolvido na água é insuficiente para promover a biooxidação da matéria orgânica dissolvida no efluente, a situação piora consideravelmente, a decomposição é feita anaerobicamente na própria massa líquida resultando daí um acréscimo significativo na produção de gases de péssimo odor e a água passa a ter um aspecto repelente. Ocorre também a produção de maiores quantidades de sedimentos orgânicos que resultam da floculação de macromoléculas. Esta situação torna-se caótica quando a água receptora tem pequeno volume e uma circulação reduzida como é típico nos canais dos estuários do tipo barra, como é o caso da Ria de Aveiro.

A cidade de Aveiro é servida por uma rede de esgotos, na sua maior parte antiga, que escoia directamente para o canal das Pirâmides e para o canal de S. Roque. O primeiro, que recebe a maior parte do efluente, renova a sua água apenas pela acção das marés; o segundo recebe uma contribuição de água que vem dos esteiros do grupo Norte. Em consequência desta situação, os canais têm uma camada de sedimentos orgânicos com metros de espessura que ficam a descoberto na maré – baixa. Nessa altura, os canais são autênticos esgotos a céu aberto. Mesmo na maré- cheia a água permanece desoxigenada a profundidades superiores a 20 cm, pelo que as fermentações anaeróbias são permanentes.

Cerca de 20% da população é servida por uma rede de esgotos de construção mais recente que drena para uma estação de tratamento por leitos percloradores. A estação, cuja construção foi iniciada há 20 anos e só recentemente posta a funcionar, tem erros de concepção e foi mal dimensionada para tratar, como se pretendia, todo o efluente da cidade. Presentemente, não dispõe de um clarificador secundário, despejando toda a biomassa libertada dos leitos

percloradores no esteiro de S. Tiago que desagua na Lagoa do Paraíso. Esta lagoa, que é uma excelente massa de água com um potencial estético, recreativo e para aquacultura muito elevado e que presentemente ainda tem em parte um fundo arenoso, está em risco de se tornar, a curto prazo, noutro lamaçal coberto de águas eutrofizadas.

Mas os problemas dos efluentes urbanos não se circunscrevem a Aveiro e aos seus canais. Uma população de cerca de 200 mil habitantes reside nos 8 Concelhos que bordejam a Ria. Os seus efluentes, directa ou indirectamente, acabam por entregar à Ria a quase totalidade do azoto excretado e ainda uma fracção do aplicado na agricultura (**figura 5.1**). E, como os sedimentos devem conter quantidades apreciáveis de fósforo, está-se em presença de condições favoráveis à eutrofização que já é evidente por toda a laguna. Na verdade, não só é a turbidez elevada, mas principalmente é espesso e quase contínuo o manto de macrófitos fixos e flutuantes. Esse manto torna já impraticável a navegação em grande número de canais. Está em curso a execução de um projecto de investigação que visa quantificar a produção dos macrófitos. No entanto, parece evidente que, pelo menos em largas áreas da Ria, o seu ritmo de crescimento é tal que não será economicamente possível controlá-lo usando meios mecânicos de apanha, manuais ou não. Parece estar-se na presença de uma situação onde só uma alteração físico-química do ecossistema poderá ser eficiente.



Figura 5.1- Esgoto lançado num local próximo do esteiro de Es tarreja.

De todos os efluentes urbanos produzidos na região ribeirinha da Ria só recebem tratamento os correspondentes a 11.000 pessoas de Ovar e a 7.500 pessoas de Aveiro e, esse tratamento, é pouco eficiente. A curto prazo, espera-se ampliar esse tratamento às populações de Estarreja e Vagos e à totalidade da população de Aveiro. No entanto, como nenhuma das estações existentes ou previstas contempla a remoção de nutrientes, não será de esperar uma melhoria muito significativa na qualidade da água, nomeadamente na turbidez, transparência e macrófitos, nem na dos sedimentos que continuarão a acumular os restos da produtividade primária e secundária do ecossistema. Há metodologias eficientes de remoção de nutrientes baseadas na cultura de algas e de peixes. Enquanto estas intervenções não tiverem lugar e não forem implementadas as medidas necessárias, continuar-se-á a assistir a uma deterioração crescente da qualidade da água em certas zonas relativamente localizadas da Ria.

Para além dos efluentes urbanos, existem as lixeiras que se acumulam em zonas próximas da Ria. Muitos esteiros e canais estão a desaparecer em virtude desta acumulação de lixo de toda a espécie. **(Figuras 5.2 e 5.3)**



Figura 5.2- Lixos depositados no que antes era um Esteiro, Estarreja

Em zonas próximas da Ria de Aveiro, procuradas inclusive por pessoas para passar a época balnear, são colocados lixos resultantes da demolição de casas **(figuras 5.3 e 5.4)**. Estes lixos, para além de poluírem a Ria e causarem um péssimo aspecto visual, são também colocados em estradas impedindo a circulação dos veículos.

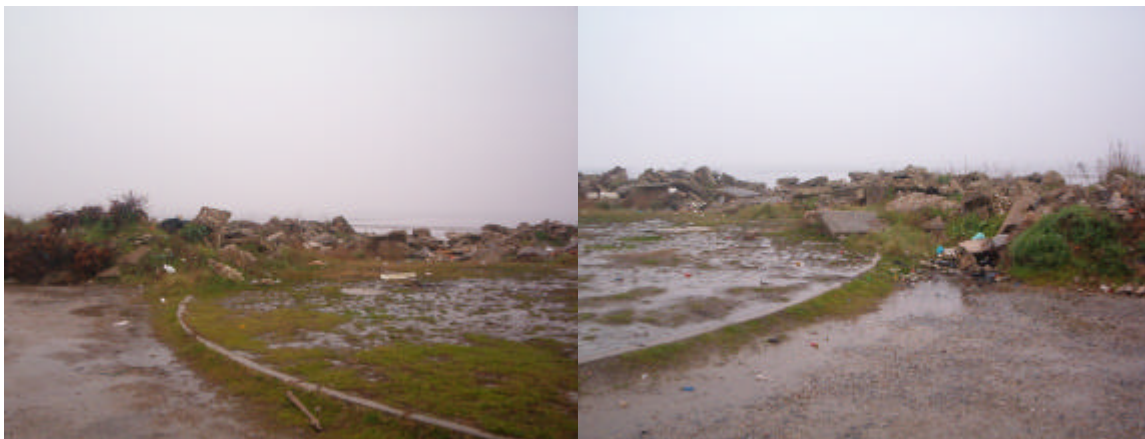


Figura 5.3 – Lixo impedindo a circulação à volta de uma rotunda. Ameirinhos, Murtosa.



Figura 5.4 – Lixo junto às margens da Ria de Aveiro, Ameirinhos - Murtosa

5.4- Impacto dos efluentes Industriais na Ria

O Distrito de Aveiro ocupa um lugar destacado no panorama industrial português. Apesar disso, o número de grandes unidades industriais localizadas no distrito é relativamente pequeno, sendo a maioria das existentes de dimensões pequenas e médias. Em termos de efluentes, isto significa que a maioria das indústrias funciona como fontes dispersas relativamente à Ria, quase outro tanto se passando relativamente aos cursos de água mais importantes. E ao nível dos

pequenos ribeiros que os impactos ecológicos causados pelas indústrias de pequenas e médias dimensões são muitas vezes dramáticos.

Nas vizinhanças imediatas da Ria há, contudo, três unidades industriais de dimensões apreciáveis, cujos efluentes se suspeita que estejam a ter um efeito importante no seu ecossistema. E trata-se apenas de uma suspeita, porque, ao contrário do que já acontece por esse mundo fora, neste país não se é informado nem nos termos em que essas indústrias foram autorizadas a fazer descargas nas águas públicas, nem dos resultados das análises que obrigatoriamente deveriam ser feitas com periodicidade preestabelecida.

Das três indústrias atrás referidas, uma é do sector alimentar, a Nestlé, localizada em Avanca que descarrega para o Rio Gonde e as outras duas são indústrias químicas, uma produzindo pasta de papel, a Portucel, localizada em Cacia, que descarrega no Vouga, e a outra representa o Parque Industrial de Estarreja que envolve a produção de fertilizantes, soda, anilina e outros produtos químicos diversos que descarrega no esteiro de Estarreja, e ainda a produção de plásticos cujos efluentes são enviados para o canal de Ovar. Além disso chega à Ria, via Rio Vouga, uma carga poluente apreciável que é descarregada no Rio Caima pela fábrica de papel Caima Pulp Company.

Deixarei de lado a fábrica da Nestlé por duas razões: A primeira é que, tratando-se de uma indústria alimentar de lacticínios, a perturbação que porventura estiver a causar na Ria será devida a CBO e, eventualmente, a variações de pH, questões que, em termos de estações de tratamento, são fáceis de resolver. O problema, se existir, elimina-se pela simples aplicação das leis, não se prevendo problemas grandes, nem técnicos nem económicos. A segunda razão é pela falta de informações quantitativas quanto ao funcionamento dessa unidade fabril, bem como de outras unidades de menor dimensão existentes na zona.

A fábrica de pasta de papel de Cacia tem levantado vários problemas e, tudo o que se conseguiu obter até hoje foi a promessa de que a fábrica porá em funcionamento, a curto prazo, um sistema primário de efluentes líquidos. Os benefícios a colher desse esforço podem resumir-se a uma melhor uniformização na qualidade do efluente, remoção de cerca de 90% das partículas suspensas e, talvez, um melhor controlo do pH e da temperatura com que o efluente é descarregado. No entanto, isto é muito pouco já que os componentes mais tóxicos dos efluentes são os dissolvidos e não os suspensos e esses vão continuar a provocar os mesmos estragos.

Um efluente de uma fábrica que produz pasta de papel Kraff pelo método do sulfato, e que adicionalmente também produz pasta de papel branco, tem um efluente líquido muito complexo, onde existem, por ordem decrescente de toxicidade para os peixes, as seguintes classes de compostos: ácidos resínicos, ácidos resínicos clorados, ácidos gordos insaturados, clorofenóis, álcoois diterpénicos, juvabionas (compostos que mimificam certas hormonas), vários compostos acídicos saturados, vários álcoois alquílicos e aromáticos e variadíssimos produtos da decomposição da lignina. Além destes, existem muitos outros compostos orgânicos e inorgânicos de toxicidade pequena ou nula como, por exemplo, sulfatos e sódio. Os dois últimos aparecem

geralmente em concentrações inferiores às que têm na água do mar, pelo que não causam perturbações em ambientes estuarinos. Os restantes componentes, em conjunto e isoladamente, levantam problemas de toxicidade aguda e crónica não apenas para os peixes, mas também para outras formas de vida que existam tanto na coluna líquida como nos sedimentos. Nestes aumenta muito o carbono e enxofre orgânicos e o pH varia apreciavelmente.

Penso que o referido atrás permite avaliar o perigo que a descarga da fábrica de Cacia pode representar para a laguna. No entanto, é difícil afirmar qual é o impacto que o efluente pode causar ao ecossistema lagunar uma vez que não se conhecem estudos já realizados para avaliar esse impacto nem quaisquer estudos sobre toxicidade sobre os animais lagunares.

Quem observa a Ria na zona do delta do Vouga não tem dúvidas de que o efluente referido está a ter efeitos nocivos; no entanto, essa impressão é meramente qualitativa e resulta da observação do impacto do efluente sobre a qualidade da água quanto ao seu uso para recreio e lazer. A cor, o cheiro e o aspecto da água, das margens, dos fundos e da vegetação estão profundamente degradados e isso já justificaria que as autoridades competentes procurassem obter a cooperação da fábrica de forma a conseguir-se a implementação do conjunto de medidas indispensáveis à eliminação dos aspectos mais chocantes do impacto do efluente.

É urgente identificar quais os componentes do efluente que apresentam maior toxicidade e estudar os seus mecanismos de degradação. Será com base nestes estudos que se deverá projectar a estação de tratamento.

Os problemas associados ao efluente do Parque Industrial de Estarreja são diferentes dos efluentes da fábrica de pasta de papel de Cacia. As indústrias mais importantes do parque produzem nitratos, sulfatos, soda caustica, cloro, plásticos e aromáticos substituídos. O parque apresenta, em alguns pontos, tratamentos parciais de alguns efluentes que vão do simples ajuste do pH, feito manualmente, aos sistemas mais complexos de remoção de orgânicos residuais através de colunas de carvão activado. O conjunto de tratamentos, porém, é descoordenado e incompleto resultando daí um efluente industrial de qualidade muito variável. Para essa variabilidade contribui também a água de escoamento superficial de todo o parque que é misturada ao efluente industrial e provoca variações de caudal, habitualmente da ordem do 50 cm³/h, que facilmente atingem os 100 %.

O efluente não é analisado com regularidade. Há um conjunto de análises pouco significativas que são feitas mensalmente pelas fábricas e que, aparentemente, não são lidas por ninguém, embora sejam enviadas à autoridade licenciadora do lançamento, neste caso à Direcção Hidráulica do Mondego.

Uma vez que os sulfatos são sintetizados a partir da pirite, será de esperar que o efluente seja rico em metais pesados diversos, como o cobre, chumbo e zinco e em metais tóxicos como o arsénio. Será de esperar também concentrações elevadas de sulfatos, nitratos, amoníaco e moléculas orgânicas diversas, desde o cloreto de vinilo aos aromáticos substituídos. Será ainda de esperar quantidades apreciáveis de hipocloritos e variações bruscas de pH, muito embora, dada a

predominância das instalações da Quimigal, o pH tenda a ser predominantemente baixo.

Podemos prever qual será o impacto que esse efluente tem na Ria. O efluente é rico em metais pesados e a Ria tem sedimentos ricos em matéria orgânica. Os metais serão pois complexados por essa matéria orgânica e arrastados para o fundo com a sua floculação. Mas o efluente será frequentemente ácido e a hidrólise da matéria orgânica será catalisada em meio ácido. Dessa forma será libertada para a solução uma parte dos metais pesados que, entretanto, foram complexados. Quer no fundo, quer na coluna líquida, os metais podem ser acumulados pela biota, causando os efeitos típicos da poluição metálica. No capítulo anterior já foram referidos os efeitos causados pelo mercúrio e pelo arsénio. Pode, também, ser iniciado um processo de amplificação biológica de que as populações ribeirinhas poderão eventualmente estar já a ser vítimas. Será um campo que vale a pena investigar no futuro. Mas ainda pior que o processo descrito acima é o facto do esteiro de Estarreja receber efluentes urbanos. A quantidade de matéria orgânica existente no fundo deve ser grande e a probabilidade de ocorrerem reacções de anaeróbias nos sedimentos será muito elevada. Tais condições são muito favoráveis para a formação de compostos alquílicos de alguns metais, nomeadamente Hg e Pb. Esses compostos têm a propriedade de atravessar muito facilmente as membranas biológicas, pelo que se acumulam rapidamente nos tecidos dos seres vivos presentes, particularmente dos que vivem no fundo e se alimentam filtrando a água, como é o caso dos moluscos, alguns dos quais são consumidos pelo homem. Foi uma situação semelhante a esta que originou o já referido acidente de Minamata.

Outro problema que vale a pena referir é o facto de o efluente conter diversos produtos orgânicos sintéticos. Esses produtos, além de efeitos tóxicos, são frequentemente bioacumuláveis e originam paladares e aromas desagradáveis pondo em risco a saúde e o valor comercial do pescado da região.

O azoto, transportado no efluente, pode também apresentar efeitos negativos. A concentração de amoníaco ronda as centenas de mg/l e a de nitratos os milhares. Como é sabido, o amoníaco é extremamente tóxico para todos os seres vivos e, em especial, para os peixes, sendo os limites tolerados da ordem de 1 mg/l. os nitratos são factores determinantes da eutrofização da laguna. Lançar despreocupadamente num canal de pequena circulação centenas ou milhares de mg/l de nitratos e andar paralelamente a manter esse canal livre de macrófitos é um exemplo de incoerência.

5.5- Impactos ambientais resultantes da extracção dos recursos minerais

A indústria extractiva, para além da indústria de construção civil, devido a movimentação de terras em escavações e aterros, contribui grandemente para a degradação da qualidade do ambiente por afectação da sua componente geológica.

Estas actividades provocam frequentemente alterações drásticas na topografia original,

bem como perturbações da estabilidade física e mecânica das formações geológicas, paisagens de baixo valor estético e desequilíbrios nos sistemas naturais.

Nesta região de Aveiro a extracção dos materiais já referidos (areias, argilas, caulino e saibros) é feita em explorações em céu aberto, o que provoca impactos ambientais a nível do ar, solo, água, fauna e flora e ainda sobre o património natural e arquitectónico e sobre os processos geológicos.

A elevada concentração de poeiras e o ruído “lançados” na atmosfera, podem causar danos na saúde pública das populações limítrofes, dos operários, e também na vegetação.

O solo sofre também grandes transformações. Normalmente no início da exploração o solo é removido e misturado em aterros de materiais heterogéneos. Também os solos das zonas limítrofes às explorações são prejudicados pelas sobrecargas de materiais sobre ele colocados, pela passagem de equipamentos pesados, ou ainda pela contaminação por substâncias tóxicas sobre eles directamente descarregado, como por exemplos óleos.

Quando as explorações se situam próximas dos cursos de água podem ocorrer descargas de efluentes carregados de sólidos em suspensão. Estas descargas vão provocar aumento da turbidez que leva à diminuição da penetração da luz, diminuição da fotossíntese, redução da produtividade de organismos planctónicos e de nutrientes e, conseqüentemente, à afectação da cadeia alimentar. Pode também levar ao assoreamento desses cursos de água, bem como, por abrasão, provocar danos nos animais aquáticos.

A drenagem superficial das águas é muitas vezes modificada grandemente, o que pode levar ao aumento dos riscos de erosão e prejuízos nas actividades agrícolas e florestais circundantes.

O regime hidrogeológico também sofre interferências. Os níveis freáticos sofrem intersecções pelas escavações ou por bombagens, o que leva ao seu rebaixamento. Esta descida dos níveis freáticos conduz a prejuízos nas captações de água e, por outro lado, facilita a infiltração de poluentes e conseqüente contaminação das águas subterrâneas.

Em relação à fauna e flora é obvio que a instalação de uma exploração mineira implica a destruição de habitats e dos seus espécimes, levando ao empobrecimento do património florístico e faunístico. Perturba também a vida nas áreas limítrofes por tudo o que já foi referido em relação aos impactes do solo, ar e água.

Refira-se ainda que os processos geológicos como a erosão, transporte e sedimentação sofrem alterações nas zonas de explorações mineiras devido ao aumento da quantidade de materiais soltos.

Finalmente as explorações mineiras a céu aberto têm, pela degradação da paisagem que originam, impactes visuais e impactes sobre o património construído, nomeadamente nas infraestruturas viárias pela acumulação de poeiras.

As águas subterrâneas constituem um precioso recurso mineral nesta região. No entanto, devido ao aumento populacional e do número de indústrias, os aquíferos existentes têm sido sobre

explorados o que leva por vezes a cortes no abastecimento de água durante o Verão. Por outro lado, a proximidade do mar e da laguna leva a que o lugar deixado pela água submetida à sobre exploração seja ocupado por água salgada que prejudica os aquíferos.

A nível geológico há a possibilidade da sobre exploração, aliada às construções humanas, poder contribuir para a subsistência da bacia lagunar (aspecto ainda não estudado cientificamente).

5.5.1- Extracção de Areias em S. Jacinto e noutras zonas próximas da Laguna

A manutenção das condições da barra de Aveiro e segurança para a navegação obrigam que se façam operações de dragagem dos canais e da própria barra. No intuito de minimizar estas operações de dragagem e consequentes custos para o Estado Português, o Porto de Aveiro deu início à extracção de areias em S. Jacinto, a montante da barra, minimizando assim os riscos de assoreamento. A extracção de inertes é feita na zona inter – marés da praia. O volume máximo anual a retirar é de 70000 m³ por lote, num total de 350000 m³, para 5 lotes.

A questão da extracção de inertes em S. Jacinto foi discutida no âmbito do POOC – Ovar, em cuja Comissão de Acompanhamento a APA, S.A. foi a entidade observadora. Assim foi reconhecida a necessidade de se manterem as condições de segurança do Porto de Aveiro, pelo que a extracção de inerte continuará a ser realizada até se encontrarem outras soluções.

No entanto, a extracção de inertes noutros locais, nem sempre é legal e, muitas vezes, são depositados lixos nos locais onde foram retirados os inertes (**figura 5.5**).



Figura 5.5 – Arieiro que começa a ser ocupado com lixo.

5.6- Controle da poluição hídrica

Face aos problemas já referidos no capítulo anterior, referente à poluição, é necessária a formulação de uma legislação eficaz que permita controlar os efeitos negativos originados pelas várias actividades mais ou menos poluentes, para tal é necessário fazer a gestão da qualidade das águas comunitárias: Superficiais (rios, ribeiros, vales, lagos, lagoas, albufeiras); subterrâneas e fluvio-marítimas (estuários, rias e sapais).

A gestão da qualidade das águas deve passar, necessariamente, pelo seguinte controle:

1º- AVALIAÇÃO – Deve-se avaliar os estados de poluição; esta avaliação deve ser executada segundo os seguintes esquemas:

- Realização de estudos pontuais – Relativos a determinadas fontes poluidoras, as que produzem maior impacto no meio hídrico e para as quais se fixaram limite máximo de emissão de poluentes.
- Estudos gerais na bacia hidrográfica – que deverão incluir a inventariação e caracterização das fontes poluidoras; a obtenção de dados gerais base para uma planificação geral da bacia hidrográfica; a obtenção de dados característicos sobre a qualidade das águas e efluentes em estações de amostragem convenientemente distribuídas, de forma a fornecer valores de parâmetros de poluição relativos a aspectos quantitativos, orgânicos, químicos, bacteriológicos e biológicos.
- Vigilância periódica geral – (REDE NACIONAL DA QUALIDADE DAS ÁGUAS DOS RIOS) - Rede que compreende cerca de 250 estações de amostragem a nível nacional; estas redes funcionam desde 1981 em várias zonas do país.

2º- ACTUAÇÃO – Deve-se actuar para modificar os estados de poluição considerados nefastos; para isso terá que haver implementação de medidas internas (ao nível das indústrias) e medidas externas com a construção de estações depuradoras de efluentes e esgotos.

3º- VERIFICAÇÃO – Deve-se verificar os estados de actuação para ver se a mesma conduzia ao que se pretendia inicialmente.

4º- MANUTENÇÃO DA VIGILÂNCIA – Deve fazer-se uma vigilância constante para manter actualizados ou melhorar os conhecimentos; podemos afirmar que é importante a vigilância nas três fases anteriores.

As várias fases decorrem sucessivamente, de forma interactiva, como se mostra no esquema da **figura 5.6**.

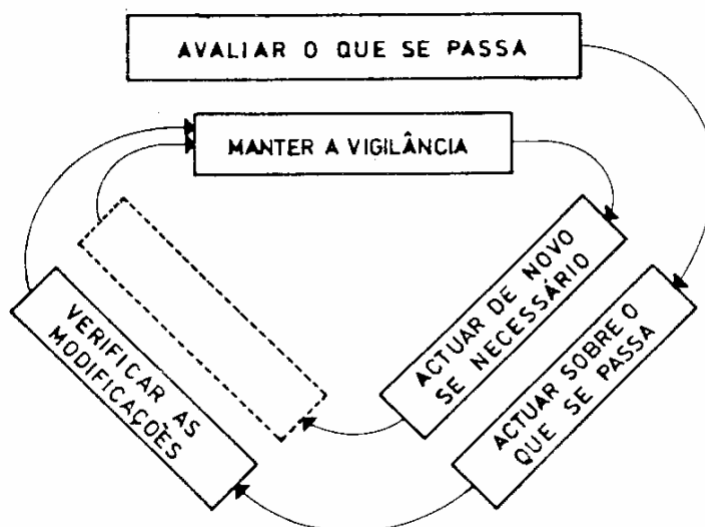


Figura 5.6 – Proposta de controle da poluição

Até à realização das Jornadas da Ria de Aveiro, em 1985, foram realizadas algumas intervenções no Rio Vouga e noutros cursos de água da Ria de Aveiro:

- Rio Caima – Localiza-se nele uma fonte poluidora importante, a Celulose do Caima; realizaram-se estudos de avaliação e estabeleceram-se objectivos a atingir; foram licenciadas duas fases de depuração que foram executadas;
- Rio Águeda – Pateira de Fermentelos- Realizaram-se estudos básicos de eutrofização e de remoção de grandes quantidades de algas macrófitas; inventariaram-se cerca de 600 fontes poluidoras muitas delas do ramo da galvanoplastia;
- Baixo Vouga – Realizaram-se estudos gerais de caracterização das águas da bacia hidrográfica; realizaram-se estudos pontuais relativamente à Portucel de Cacia, que conduziram à construção duma primeira fase de depuração;
- Zona de Estarreja – Realizaram-se estudos de caracterização das águas da Vala de S. Filipe e do esteiro de Estarreja, analisando, também, os efluentes da Quimigal, Uniteca e Cires; daí resultou a definição da vantagem de uma depuração conjunta dos efluentes da Quimigal e Uniteca e foi aprovada e licenciada a construção de um colector, com cerca de 2 Km, para conduzir os efluentes depurados ao Esteiro de Estarreja; com a construção do colector, aliviou-se a carga poluente da vala de S. Filipe, mas concentrou-se mais no Esteiro de Estarreja; o Mercúrio e o arsénio são os poluentes mais preocupantes nesta zona; e, por razões várias, a Quimigal desligou-se da Uniteca adoptando estratégias de actuação separadas;
- Outras fontes poluidoras – Foram inventariadas em toda a bacia hidrográfica do Rio Vouga e da Ria de Aveiro; constatou-se que uma das fontes poluidoras é a própria cidade de Aveiro e outras povoações importantes, próximas da bacia, com esgotos não depurados; aqui, as Câmaras

Municipais deverão ter um papel importante, não só estabelecendo redes de colectores, mas também, executando, projectos das estações depuradoras;

- Zona Portuária – A construção ou alargamento das zonas portuárias de Aveiro tem implicações importantes na qualidade das águas da laguna.

O controlo da poluição da Ria de Aveiro passa, também, pelo controle da poluição dos seus efluentes, sendo para o efeito necessária a regularização dos seus caudais no tempo e no espaço.

5.7- Política Ambiental

Até à publicação da Lei de Águas, em 1991, a legislação Portuguesa estava completamente desadaptada. Começou-se a legislar em 1982 e, apesar dos estudos se terem multiplicado nesta matéria, depois dos anos 70, poucos progressos se registaram.

A luta contra a poluição das águas integra-se numa política de recursos hídricos. A gestão racional da água aplica-se não só aos efluentes lançados nos rios mas também às águas subterrâneas, obrigando à determinação dos volumes dos efluentes, fluxo horário, composição química e sistemas de tratamento.

A promulgação do decreto-Lei nº 74/90, de 7 de Março que regulamenta a qualidade das descargas dos efluentes líquidos, e a aplicação da Directiva Comunitária referente ao tratamento das águas residuais obriga a que se observem as regras impostas para os efluentes industriais.

A criação do Gabinete da Ria de Aveiro (GRIA), em 2 de Agosto de 1988, foi consequência da política ambiental então definida. Os objectivos da criação do GRIA foram os seguintes:

- identificar a poluição atmosférica, das águas e do solo;
- identificar as fontes poluidoras;
- formular propostas de solução de problemas.

Estas acções, depois da extinção do GRIA, foram assumidas pela Associação dos municípios da Ria. Os objectivos, actualmente, são:

- adoptar estratégias de planeamento integrado que permitam conjugar as diferentes propostas de ordenamento do território;
- construir infra-estruturas para a descontaminação de efluentes e resíduos sólidos;
- promover a participação das populações locais;
- sensibilizar os empresários industriais para que se adoptem tecnologias que reduzam o consumo de água e tratem os efluentes das fábricas.

Para o tratamento final de águas residuais foi construída uma rede de ETARs (estações de tratamento de águas residuais) interligadas, que verterão, directamente para o mar por meio de um emissário submarino.

Para o tratamento dos resíduos industriais perigosos, o Ministério do Ambiente projectou a

construção de um incinerador em Estarreja. As lamas residuais seriam depositadas em aterros controlados.

A maior parte das pequenas e médias empresas trabalham em condições que infringem a lei. Há, por parte dos contaminadores, uma atitude de completo alheamento ou mesmo ignorância dos problemas provocados pela poluição e pelas suas soluções. Frequentemente, desconhecem a composição química dos efluentes e dos resíduos sólidos e também dos caudais de água consumidos. Esta situação lamentável vê-se reforçada pela quase inexistência de sistemas de tratamento.

O tratamento dos efluentes é, também, uma questão económica para a empresa. Efectivamente, na região dominam as pequenas e médias empresas e, inclusive, algumas são oficinas artesanais. A instalação de um sistema de despoluição de águas residuais ultrapassa as suas capacidades financeiras e as dificuldades são superiores quando estes estabelecimentos estão isolados. Nestes casos, a cooperação entre empresas é fundamental.

Entre os grandes contaminadores estão, sem dúvida, as grandes indústrias e um conjunto de fábricas de grandes dimensões assim como as multinacionais. Actualmente, as multinacionais procuram transmitir uma imagem de qualidade adoptando atitudes centradas no uso de tecnologias despoluidoras, quer ao nível do processo produtivo, quer ao nível do tratamento de efluentes.

No entanto, os resultados obtidos revelam que os sistemas de tratamento instalados são insuficientes para a obtenção de níveis de qualidade finais aceitáveis. No que se refere a efluentes gasosos, a situação é ainda mais deficiente.

Mesmo assim, as empresas que não respeitam os limites impostos pela legislação são sancionadas, reconvertidas ou fechadas (caso da Celulose, do Caima e da Quimigal-Amoníaco, Estarreja).

Os custos de tratamento dos resíduos industriais têm que ser interiorizados pela empresa, segundo a lógica de que a emissão dos resíduos revela deficiências no processo evolutivo. As empresas devem esforçar-se por utilizar tecnologias que tenham por objectivo reduzir os riscos ambientais sem alterar a qualidade do produto.

Em 1989, o Governo obrigou as Celuloses, responsáveis pelos elevados níveis de poluição, a limitar a produção dos efluentes líquidos e gasosos. Os efeitos desta política demonstram que, utilizando processos técnico-ambientais mais avançados, estas indústrias reduzem os consumos de água, de energia, de materiais, de produtos químicos e reduzem a quantidade de contaminantes produzidos.

Por exemplo, no branqueamento da pasta de papel, quando se usa o oxigénio, ozono e peróxidos, produz-se pasta de papel sem cloro e com bons resultados ao nível da poluição, diminuindo a quantidade de compostos organoclorados nos efluentes.

No caso da Ria de Aveiro, o uso nas unidades industriais de novas tecnologias no processo de produção de cloro, soda cáustica, hidrogénio e ácido clorídrico (não utilizando o

mercúrio, mas sim células de membrana) e tratamento de efluente lograram reduzir, significativamente, as cargas de poluentes.

Os recentes grupos ecologistas e população opõe-se à construção da incineradora e aterros em Estarreja. Os argumentos invocados são as escassas garantias da saúde pública e também o receio do concelho vir a ter mais indústrias poluidoras.

Alguns entendidos na matéria afirmam que a incineradora seria a solução para os problemas relacionados com a poluição causada pelas lamas e resíduos sólidos industriais. Este processo exige diálogo e esclarecimento entre os protagonistas: técnicos, população e políticos.

5.8- Utilização de Microalgas Para Tratamento de Efluentes que Desaguam na Ria de Aveiro

Os efluentes não tratados podem tornar-se fonte de degradação quer pela presença de metais pesados e organoclorados quer pela existência de elevada carga orgânica que conduz à eutrofização.

Torna-se muito importante o tratamento de efluentes, antes que os mesmos cheguem à Ria de Aveiro, para se poder realizar uma boa gestão do complexo lagunar e restabelecer o seu equilíbrio.

Quando os nutrientes das águas residuais são usados na cultura de algas, verifica-se que a capacidade destas águas, para suportar nova cultura, torna-se reduzida. É esta a razão da importância das algas no tratamento das águas residuais.

Quando as águas residuais não são tratadas, os nutrientes contidos nas mesmas podem favorecer o desenvolvimento descontrolado de algas, ocasionando grande consumo de oxigénio e, consequente eutrofização. Por outro lado, estas algas podem ser tóxicas e podem originar uma catástrofe ecológica.

Sistemas de tratamento de águas residuais baseados na cultura controlada de algas em tanques de cultura intensiva têm sido desenvolvidos. Estes tratamentos são adequados para o tratamento de esgotos e para a produção de biomassa altamente proteica. Este processo tem ainda outra vantagem, a água pode ser reciclada.

As algas podem ser produzidas através de dois processos:

- O processo “limpo”, também denominado autotrófico, utiliza um meio bem definido com adição de nutrientes químicos para o crescimento das microalgas.
- O processo “sujo” ou mixotrófico, utiliza águas de esgotos ou residuais com elevada Carência Bioquímica de Oxigénio (CBO) como meio de cultura.

Neste último caso, algas e bactérias crescem numa simbiose metabólica. As bactérias decompõem os compostos orgânicos complexos presentes nos esgotos em formas que podem ser utilizadas pelas algas: dióxido de carbono, amónia, nitratos, fosfatos e sulfatos. Por outro lado, as algas através da actividade fotossintética absorvem o dióxido de carbono e libertam o oxigénio, utilizado pelas bactérias na oxidação das substâncias orgânicas.

Durante o crescimento das algas e bactérias os nutrientes dos esgotos são transformados em biomassa com elevado teor proteico.

A luz solar e temperaturas adequadas são dois factores essenciais para o desenvolvimento das algas ao ar livre.

As vantagens da utilização de tanques e lagoas para a cultura intensiva de algas são as seguintes:

- menores necessidades energéticas para acumulação;
- não acumulação de lamas no reactor;
- combinação de tratamento biológico e de tratamento terciário (remoção de nutrientes) num único reactor;
- ausência de problema de cheiros;
- reciclagem de água para fins industriais, de irrigação ou de aquacultura;
- produção de biomassa com elevado interesse económico;

5.9- Bioremediação dos Solos Contaminados

A contaminação de solos e águas é uma realidade que urge combater. A Bioremediação oferece um conjunto de tecnologias para tal, que em comum têm a utilização de seres vivos para a degradação dos poluentes, mantendo em equilíbrio os ecossistemas.

O desenvolvimento industrial trouxe uma vida melhor para muitas famílias mas, como em tudo, existe sempre o reverso da medalha. O esteiro da Ria de Aveiro, situado em Estarreja, recebeu durante cinquenta anos efluentes e todo o tipo de resíduos provenientes do seu famoso Complexo Químico Industrial. A irresponsabilidade dos empresários, a falta de soluções de tratamento e deposição e o alheamento governamental relativamente à gestão sustentada dos resíduos explica como pôde a situação chegar ao ponto em que se encontra: os solos estão altamente contaminados, inclusivamente com vários metais pesados, contaminação essa que é lixiviada e acaba por desaguar na Ria de Aveiro. Convém lembrar que a laguna é o habitat de inúmeras espécies de aves, das quais são de destacar as aves migratórias, que aproveitam a passagem para descansar e se alimentar.

A urgência de resolução do problema criado induziu a procura de métodos de recuperação ambiental. Actualmente, a “bioremediação” é objecto de estudo de dois doutorandos da Escola Superior de Biotecnologia da Universidade Católica Portuguesa (ESB). Esta técnica tem merecido uma grande atenção nos últimos anos, devido às potencialidades que encerra. Em traços gerais, a bioremediação faz uso de seres vivos, normalmente bactérias ou fungos, para promover a degradação de poluentes. Uma variante da bioremediação é a fitoremediação, na qual usadas plantas superiores. Na ESB ambas as técnicas estão a ser investigadas. **(Figura 5.7).**

Os poluentes, são fornecidos como fonte de alimento a fungos e bactérias e acabam por ser degradados. Tanto os efluentes como os solos por estes contaminados ficam purificados por

estes microorganismos que consomem, entre outros, compostos organoclorados, produzidos por muitas indústrias químicas, de plásticos e outras.

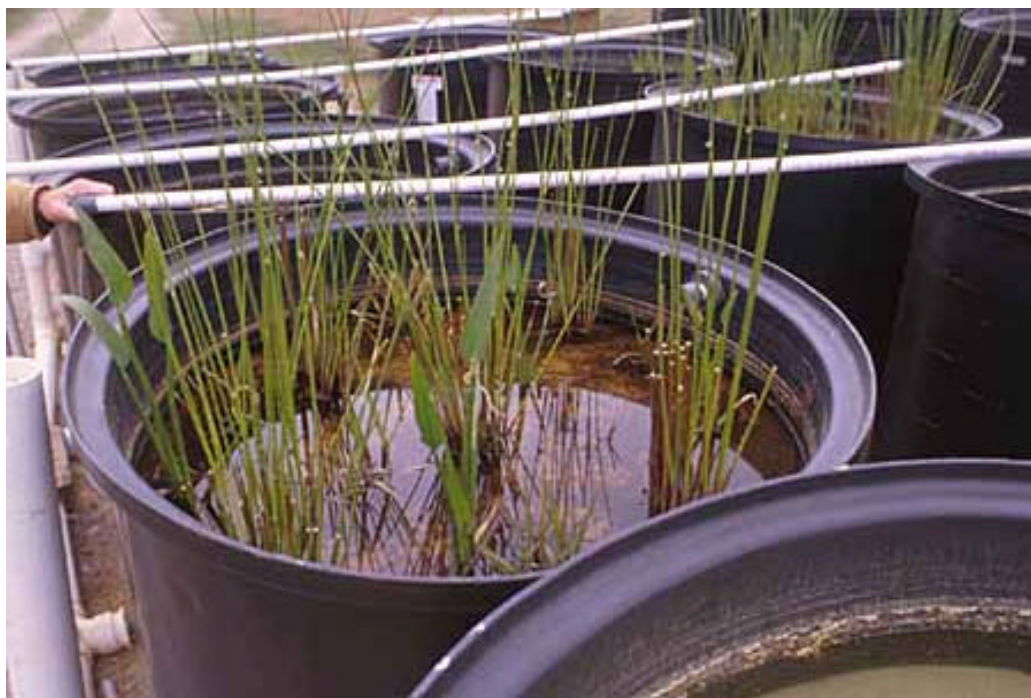


Figura 5.7 – Utilização de plantas na degradação de poluentes

A bioremediação permite a despoluição *in situ*, ou seja, no próprio local, evitando os normalmente incomportáveis custos de remoção e posterior tratamento de solo contaminado, tal como aconteceu com os solos da Expo 98 que foram depositados em aterro. Por outro lado, o tempo necessário para se atingir uma determinada degradação dos poluentes (90%, por exemplo) é normalmente superior à que seria alcançada num reactor próprio, pois o inoculo, os microorganismos que se pretende fazer reproduzir, pode usufruir das condições ideais para o seu crescimento.

Em termos de cinética microbiana, são várias as situações possíveis. Os microorganismos podem usar como fonte de alimento o poluente, consumindo-o à medida que crescem e transformando-o em tecido celular e em compostos, como o dióxido de carbono. Se o processo ocorrer em anaerobiose (na ausência de oxigénio), forma-se ainda metano, composto que está presente no gás natural. O poluente a eliminar pode ainda ser co-metabolizado pelos microorganismos, o que significa que não é a principal fonte de alimento, mas que é consumido juntamente com a fonte principal. Nestes casos, é comum fornecer-se-lhes compostos de fácil degradação, estimulando assim o seu crescimento. Para assegurar que existem as condições mínimas para o processo, nas zonas de bioremediação instalam-se sistemas de injeção de oxigénio e nutrientes.

Pode acontecer que o composto resultante da decomposição microbiana seja tão ou mais

tóxico que o seu precursor. Este tipo de situação tem de ser evitada, pelo que devem ser realizados testes prévios em laboratório e em campo, absolutamente essenciais na bioremediação, contudo, a cinética microbiana é de tal forma dinâmica que os produtos libertados por algumas bactérias podem ser alimento para outras, sendo os poluentes transformados em compostos progressivamente mais simples. O objectivo da bioremediação é mineralizar os poluentes, libertando apenas substâncias inertes, como o dióxido de carbono e a água.

Para o tratamento de aquíferos, pode-se bombear a água à superfície, e aplicar-lhe algum tipo de tratamento, sendo posteriormente injectada em profundidade

Uma técnica interessante consiste na selecção de estirpes de microrganismos adaptadas à degradação de determinado composto, o que é realizado ao longo de várias gerações celulares. As bactérias possuem capacidades especiais de alterar o seu alimento predilecto: através da incorporação de plasmídios (pequenos pedaços de informação genética), podem como que reprogramar o seu metabolismo. Exibem assim uma versatilidade, muito útil nestes casos. Repare-se que não se trata de uma modificação *in vitro* da informação genética, logo não se produzem organismos geneticamente modificados, que tanta polémica têm levantado. Em termos comparativos, pode dizer-se que este processo de selecção bacteriana artificial é mais semelhante ao praticado pelos agricultores de todo o mundo, responsáveis pela existência de milhares de variedades de culturas agrícolas, melhoradas de forma a realçar determinadas características, como a produtividade e a resistência aos factores climáticos

Curiosamente, mas não estranhamente, nos locais contaminados podem-se normalmente encontrar os organismos que são necessários. É esse também o caso da fitoremediação. No esteiro altamente contaminado que está a ser estudado na ESB, existem grandes manchas de caniçal (*Phragmites australis*). Estes juncos são dos principais responsáveis pela capacidade depuradora das zonas húmidas, retendo, inclusivamente, poluentes altamente tóxicos, como os metais pesados. Tal deve-se ao efeito rizosfera das suas raízes, isto é, pela associação destas com fungos. Para avaliar a influência do caniçal, prevê-se escolher um elemento, como o mercúrio, e comparar a sua concentração em solos com e sem aquela vegetação, mas recebendo a mesma carga poluente. Os tecidos das plantas também serão analisados, de forma a avaliar a quantidade limite de poluentes que suportam. Serão realizados testes em laboratório

O outro projecto em curso na ESB centra-se precisamente no efeito rizosfera, responsável pela captura de poluentes. As micorrizas são associações de fungos com as raízes de plantas, que cumprem importantes funções ecológicas, constituem um prolongamento das raízes, aumentando significativamente a sua área de influência e fornecendo nutrientes que de outra forma não estariam disponíveis. Vai ser analisada a capacidade depuradora do caniçal com e sem efeito rizosfera. Está ainda a ser investigada a possibilidade de se utilizarem zonas húmidas artificiais para o tratamento de águas residuais domésticas e industriais. A utilização destes fungos micorrízios tem em vista a re-vegetação de solos para a sua requalificação ambiental.

Os fungos micorrízicos incrementam a absorção de nutrientes e de água pelas plantas e

assumem um papel importante no aprisionamento dos metais. Esta característica torna-os interessantes em aplicações como é o caso da despoluição de solos contaminados, através da re-vegetação.

Os terrenos que sofreram um processo de erosão estão desertificados ou salinizados, não suportando comunidades de plantas e, por outro lado, não integram a população natural de fungos micorrízicos que se associam à vida vegetal.

É o caso dos solos danificados pela actividade mineira ou pela indústria química. Através do repovoamento desses fungos, criam-se condições para que as plantas autóctones voltem a desenvolver-se.

Todos estes projectos poderão contribuir para o desenvolvimento de uma área de importância crescente, considerando a grande quantidade de locais contaminados existente (a título de exemplo, estima-se que existam mais de 5000 depósitos de combustíveis enterrados sem qualquer protecção anti-corrosão). Para que o meio ambiente e a saúde das populações sejam salvaguardados, é urgente submeter tais locais a algum tipo de tratamento. A bioremediação é, seguramente, uma das opções a considerar com maior entusiasmo.

CAPÍTULO 6

Viabilidade de Reutilização de Resíduos

6- VIABILIDADE DE REUTILIZAÇÃO DE RECURSOS

6.1- A Co-incineração

Actualmente, fala-se muito de co-incineração de resíduos perigosos. É sabido que existem argumentos pró e contra esta solução.

No sistema de tratamento de resíduos perigosos, praticado actualmente, os materiais que vão ser queimados, através da co-incineração, são uma pequena fracção da totalidade dos resíduos perigosos que se produzem em Portugal. Existe ainda outra pequena parte que será tratada através de processos físico-químicos. No entanto, a maior parte dos resíduos perigosos que produzimos vão para aterros, sendo este o aspecto mais importante de todo o processo e de que pouco se ouve falar.

O processo de co-incineração implica adaptações mínimas nas cimenteiras. Os resíduos industriais perigosos são, em primeiro lugar, encaminhados para uma estação de pré-tratamento. Aí, os lixos com poder calorífico (como exemplo as lamas de estações de tratamento de águas residuais) são fluidizados, isto é, submetidos a trituração, dispersão e separação dos materiais ferrosos. Já os resíduos líquidos, desde hidrocarbonetos a solventes, tintas e vernizes, entre outros, são impregnados com serradura, podendo também sofrer uma centrifugação, no caso dos que possuem grande quantidade de água. Para os resíduos termofusíveis, como alcatrões e betumes será feito o armazenamento em lotes. Somente após esta fase, os resíduos serão enviados para a cimenteira.

Se porventura ocorrer um acidente no transporte, os efeitos ambientais serão inferiores à situação verificada antes desse pré-tratamento. Chegados às cimenteiras os resíduos são pulverizados para o forno, aproveitando-se assim o seu poder calorífico ou as suas características como matéria – prima secundária para a própria produção do cimento.

Normalmente a questão que o público levanta relativamente à co-incineração é a produção de dioxinas. Este aspecto está de alguma forma sobrevalorizado, pois, como se sabe, a combustão de qualquer material que tenha a presença de matéria orgânica produz aqueles compostos, indo a co-incineração contribuir para um pequeno aumento da quantidade de dioxinas que já se produz em Portugal.

Os cientistas apontam como desvantagem o facto dos fornos rotativos das cimenteiras não terem uma temperatura uniforme, ao longo de toda a sua extensão, não garantindo que se evite a formação de compostos indesejados; os limites das emissões das cimenteiras estarem abaixo dos exigidos para as unidades de incineração; os filtros deixarem de funcionar, quando a laboração é interrompida, e os gases escaparem-se pela chaminé porque os filtros de mangas previstos para as cimenteiras não têm capacidade para reter gases mais voláteis como o mercúrio e, por último, não estar completamente estudada a questão das emissões de metais pesados pelas cimenteiras na sequência da queima de resíduos industriais perigosos, nem a incorporação destas substâncias cancerígenas no cimento.

Como vantagens, os cientistas apontam a taxa de destruição dos resíduos pelo processo de co-incineração ser superior à das incineradoras; o facto dos fornos das cimenteiras ao utilizar os calcários como matéria – prima principal, terem um ambiente tipicamente alcalino e por isso comportarem-se como “lavadores” naturais dos gases; no processo de cozedura, as cinzas de combustão dos resíduos ficarem dissolvidas na estrutura do próprio cimento e, finalmente, o custo do tratamento para os resíduos ser mais barato que o da incineradora.

Por outro lado, o facto das unidades de co-incineração que estão em causa estarem ambientalmente certificadas (através da ISSO 14000) dá-nos alguma confiança relativamente a este processo, sobretudo no que respeita ao tipo de resíduos que vão ser queimados.

Por último esta solução pode ser abandonada com relativa facilidade, pois não obriga a grandes investimentos. Se, entretanto, surgirem tecnologias mais desenvolvidas e eficazes para tratar o tipo de resíduos perigosos que está em causa. A alternativa que se põe a esta solução, já que alguma coisa tem que ser feita relativamente ao tratamento dos resíduos perigosos é a chamada “incineração dedicada”. Esta solução passa pela construção de uma unidade com tecnologia própria para a incineração de resíduos perigosos (incinerador). O incinerador apresenta, no entanto, algumas desvantagens importantes. Em primeiro lugar, segundo dados disponíveis, para viabilizar uma unidade deste tipo seria necessário produzir uma maior quantidade de resíduos incineráveis em Portugal do que aquela que efectivamente se produz ou, em alternativa recorrer à importação. Outro inconveniente que caracteriza a incineração dedicada, relativamente à co-incineração, é o facto de ser muito mais irreversível, pois seria necessário mantê-la a funcionar durante mais de duas décadas para que fosse economicamente viável.

Conclui-se pois que não há soluções milagrosas, mas algo terá que ser feito. Protelar a solução só pode vir a agravar o problema.

As obras de construção da primeira estrutura para selar a maior concentração portuguesa de resíduos industriais perigosos (RIP), 303.000 metros cúbicos, arrancaram já em Estarreja, num projecto para eliminar o lixo que não pode ser incinerado.

Segundo algumas opiniões a situação actual (lamas depositadas a céu aberto) não seria resolúvel pela co-incineração.

Os 303.000 m³ de resíduos industriais perigosos que vão ser colocados numa estrutura impermeabilizada permanecem a céu aberto há cerca de 50 anos, em terrenos do perímetro industrial daquela localidade contribuindo para o aumento de metais pesados na Ria de Aveiro.

6.2- Classificação de Resíduos

Os resíduos podem, numa primeira avaliação, ser classificados como: a) perigosos, em diferentes graus; b) não perigosos.

Um resíduo perigoso possui propriedades que o torna perigoso ou capaz de provocar um efeito danoso à saúde humana ou ao meio ambiente. Em termos genéricos, a classificação

objectiva é realizada em função de: a) toxicidade; b) corrosividade; c) radioactividade.

Existem três categorias de resíduos sólidos: a) Resíduos Perigosos – Classe I, categoria da qual se excluem os resíduos de tratamentos de esgotos, resíduos sólidos domiciliários e os resíduos da construção civil; b) Resíduos não Inertes, Classe II; c) Resíduos Inertes, Classe III, sendo aqueles que em ensaio de solubilização dos resíduos, após 7 dias, a água solubilizada apresenta condições de potabilidade, excepto a cor.

Outra forma de classificar os resíduos é segundo a sua origem: os resíduos resultantes do consumo de um bem, geralmente confundido com resíduo sólido municipal (latas de alumínio); resíduos industriais, gerados numa actividade produtiva (estes são mais fáceis de recuperar).

6.3- Limites da Política Hierárquica da Gestão de Resíduos

Na gestão de resíduos vigora uma hierarquia de objectivos:

- Reduzir a redução do resíduo na fonte;
- Reutilizar o resíduo;
- Reciclar;
- Incinerar recuperando a energia dispendida;
- Depositar em aterros sanitários.

Esta hierarquia é questionável, uma vez que a melhor alternativa é aquela que causar menor impacto ambiental global e é perfeitamente possível a existência de situações onde a redução do volume de resíduos pode resultar num impacto ambiental maior do que o benefício obtido. Em muitos casos pode ser desejável um aumento na produção de um resíduo a ser reciclado de forma a tornar economicamente viável a sua reciclagem e assim evitar a sua deposição em aterro.

Por outro lado, a geração de resíduos é inevitável por várias razões: em primeiro lugar, porque a vida útil de um produto é sempre limitada, após a qual um produto se transforma em resíduo; em segundo lugar, há que ter em conta a variabilidade intrínseca dos processos e matérias – primas que faz com que alguns produtos sejam produzidos em não conformidade com o especificado e acabam como resíduos. Assim, a reciclagem é condição essencial para o desenvolvimento sustentável, pois é ela que permite fechar o ciclo.

6.4- Vantagens da Reciclagem

Além de ser uma opção em relação a outros processos, a reciclagem de resíduos apresenta várias vantagens do ponto de vista da sustentabilidade. No entanto, a vantagem ambiental de um processo de reciclagem só pode ser dada como certa, após a realização de análises específicas. Um dos graves riscos, quando se produzem novos materiais a partir de

resíduos, é a contaminação ambiental das construções que usam estes resíduos, no caso de se aplicar à construção civil.

A primeira e, a mais visível, das vantagens ambientais da reciclagem de resíduos é a preservação dos recursos naturais, substituídos por resíduos, prolongando a vida útil das reservas naturais e reduzindo a destruição das paisagens, flora e fauna. Esta contribuição é importante mesmo nos casos em que os recursos naturais são abundantes, como é o caso do calcário e das argilas, dado que a extracção de matérias – primas prejudica sempre a paisagem e pode afectar ecossistemas.

A redução do volume de resíduos destinados a aterros e incineração nem sempre é considerada quando se analisa o impacto ambiental da reciclagem. Aterros, especialmente aqueles com resíduos perigosos ou não inertes, concentram substâncias químicas em níveis qualitativos e quantitativos que se tornam perigosos e podem contaminar o lençol freático. Muitos resíduos são instáveis e, as estruturas e o risco representado pelos aterros sanitários permanecerão activos por centenas de anos.

A reciclagem de resíduos, na maior parte dos casos, permite a redução do consumo energético para a produção de um determinado bem de consumo, porque muitas vezes os materiais já incorporam energia. Este é o caso da reciclagem do alumínio e do aço. Na indústria cimenteira este facto já é conhecido há alguns anos. Outras vezes, resíduos de composição parcialmente orgânica servem de fonte de energia.

A distância de transporte, a energia necessária para a limpeza e classificação de um resíduo de forma a viabilizar a reciclagem, e até mesmo a tecnologia envolvida, podem tornar a reciclagem ambientalmente indesejável.

6.5- Reutilização de Resíduos Industriais

O reaproveitamento de resíduos industriais pela indústria da construção civil não é algo recente. Cinzas, lamas e outros sub-produtos têm sido usados extensivamente no concreto de cimento Portland há aproximadamente 50 anos, inclusivamente as próprias cinzas da utilização das pirites.

A indústria da construção civil sempre foi caracterizada pela carência da qualidade em seus produtos e por uma filosofia esbanjadora, embora os administradores do sector tenham por dever otimizar recursos e, consequentemente minimizar perdas.

A reciclagem é uma das condições para se atingir o desenvolvimento sustentável. A reciclagem de resíduos é uma das formas de reduzir o impacto ambiental sob o ponto de vista da cadeia produtiva da construção civil. A construção civil consome uma enorme variedade e quantidade de matérias – primas, que têm vindo a aumentar em diferentes aplicações.

Uma boa parte dos componentes de construção é de produção simples, como os

componentes produzidos com agregados e aglomerantes inorgânicos. A reciclagem de vidro, na produção de vidro, por exemplo, requer classificação de cor, enquanto que a sua reciclagem de agregado para concreto asfáltico não exige qualquer classificação. Os agregados são materiais granulares compatíveis com os aglomerantes em que estão embebidos e com resistência e densidade apropriadas a aplicação. É possível produzir grânulos com muitos materiais diferentes através de técnicas simples como, por exemplo, a trituração.

Do ponto de vista da construção civil, a reciclagem de resíduos vai resultar no oferecimento de uma maior quantidade de produtos alternativos para uma mesma função e, possivelmente, de selecções mais adequadas para situações específicas, com ganhos de eficiência geral no processo.

Dada a importância da reciclagem para o desenvolvimento sustentável, os países devem desenvolver políticas de incentivo à reciclagem. No sector industrial pode ser feita uma simbiose industrial onde uma indústria possa utilizar o resíduo de outra como matéria – prima.

Para que o processo de reutilização de resíduos seja feito como deve ser, em primeiro lugar deve conhecer-se o produto nos seguintes aspectos: risco de contaminação ambiental; aspectos sociais, como geração de empregos; impacto nas finanças do sector público; quantidade de resíduo (pode não ser suficiente para a aplicação necessária); transporte e outros.

Na maioria dos casos as informações sobre o resíduo são apenas aquelas importantes para o controle do processo ou as requeridas pelas agências de controle ambiental.

A caracterização do resíduo deve compreender:

- a) análise química completa do produto, inclusivamente o teor de humidade e conteúdo e natureza dos materiais voláteis;
- b) caracterização da sua mineralogia e porosidade;
- c) características físicas como a densidade, granulometria, viscosidade em líquidos e ponto de fusão;
- d) caracterização ambiental, de acordo com a legislação em vigor.

É fundamental que a análise de resíduos seja realizada de forma completa, incluindo metais pesados e outras substâncias nocivas. Estudos recentes mostram que muitas cinzas, dependendo do composto que lhe deu origem e das condições do processo podem apresentar teores relativamente elevados de Cd ou Pb, entre outros, como é o caso das cinzas de pirite, depositadas a céu aberto no Parque Industria, Quimigal, capazes de provocar contaminações ambientais significativas quando recicladas.

6.6- Selecção de aplicações a serem desenvolvidas

Regra geral, as aplicações possíveis são aquelas que melhor aproveitam as características físico – químicas que o resíduo apresenta. Assim, a aplicação do resíduo não deve ser feita em torno de ideias pré – concebidas. Esta etapa requer criatividade e uma grande variedade de conhecimentos técnicos, científicos e de mercado, exigindo o envolvimento de uma equipa realmente multidisciplinar.

Mesmo no caso de resíduos que disponham de tecnologias de reciclagem bem estabelecida, é possível e desejável buscar outras opções. Por exemplo, sugere-se a aplicação de cinzas voláteis na produção de zeólitas (família de minerais aluminosilicatos hidratados e altamente cristalinos), capazes de absorver metais pesados em estações de tratamento de resíduos; discutir novas aplicações ao nível dos cimentos, analisar uma nova possibilidade de reciclagem dos resíduos de construção.

Do ponto de vista da empresa geradora do resíduo, a existência de um maior número de aplicações é importante porque permite:

- a) minimizar riscos de perdas no mercado;
- b) criar alguma competição pelo resíduo e que maximizando as possibilidades de obtenção de benefícios financeiros.

A **figura 6.1** resume, de uma forma simplificada e linear, o fluxograma para a selecção de alternativas para a reciclagem. Na prática, o processo provavelmente será muito mais interactivo que o sugerido pelo fluxograma.

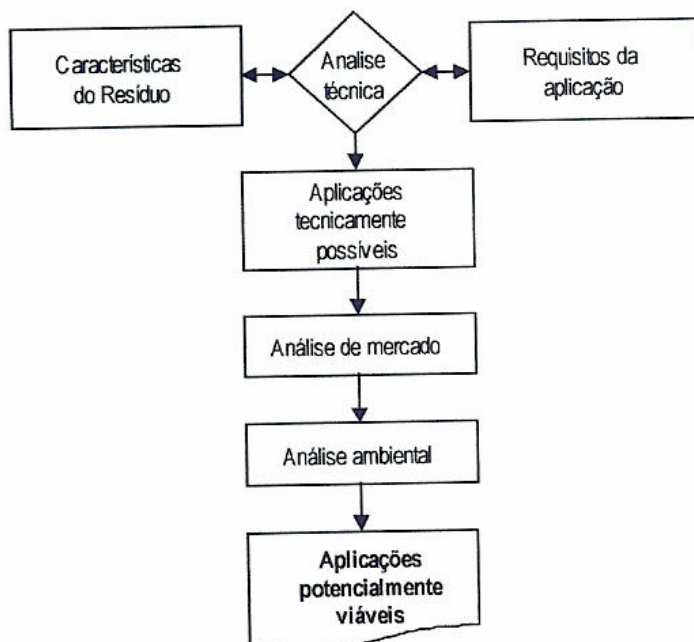


Figura 6.1 – Esquema geral para a selecção de alternativas para reciclagem

6.7- Selecção de alternativas tecnicamente viáveis

Este processo consiste na comparação sistemática das características físicas e químicas do resíduo, ou de uma das suas fases, com os requisitos necessários para as diferentes aplicações.

Em alguns casos, onde o resíduo é constituído por mais que uma fase, é necessário analisar tanta a possibilidade de analisar o resíduo integralmente quanto após a separação nas suas diferentes fases. A separação de fases de resíduos não é muito vantajosa porque implica uma fonte adicional de custo e de impacto ambiental, já que muitas vezes ele implica a geração de um novo resíduo, embora em menor volume.

Os resíduos podem apresentar um nível de contaminação elevado e, se for esse o caso será necessária a remoção de contaminantes orgânicos.

Outra alternativa é classificar o resíduo conforme o nível de contaminação, associando a cada classe uma aplicação diferenciada.

A gama de aplicações possíveis da maioria dos resíduos é certamente bastante variada, sendo necessário concentrar as pesquisas nas alternativas consideradas mais viáveis em termos de desempenho técnico, dos impactos ambientais, da viabilidade do mercado e dos aspectos sociais.

Do ponto de vista ambiental as alterações de reciclagem devem permitir um menor impacto ambiental na sociedade.

Algumas regras gerais podem ser propostas para ajudar na selecção das aplicações mais adequadas. A princípio, serão consideradas mais favoráveis alternativas que:

- a) minimizem a necessidade de separação, classificação e transformação industrial do resíduo;
- b) minimizem as distâncias de transporte do resíduo;
- c) minimizem o risco de lixiviação ou volatilização de eventuais fases perigosas presentes;
- d) resultem em produto reciclável;
- e) resulte num novo produto com vantagem competitiva potencial sobre os existentes no mercado, além do preço.

6.8- Durabilidade do produto

A durabilidade do produto é um aspecto fundamental no desempenho do produto, afectando o custo global da solução e o impacto ambiental do sistema.

Os produtos que contêm resíduos podem sofrer transformações quando sujeitos às condições ambientais que poderão aumentar ou limitar a libertação de fases contaminantes através da lixiviação. O objectivo final do estudo de durabilidade é estimar o tempo de vida útil definido como o período de tempo durante o qual o produto vai apresentar um desempenho

satisfatório, nas diferentes condições de uso.

A avaliação de durabilidade envolve a compreensão do desempenho esperado do produto; o conhecimento científico da composição do material, do comportamento do novo produto, a caracterização dos agentes aos quais o produto estará exposto e as suas alterações e, finalmente, a avaliação das consequências desta interacção no desempenho ao longo do tempo.

CAPÍTULO 7

Conclusões

7- CONCLUSÕES

A Ria de Aveiro é a maior estrutura lagunar do território nacional, ocupando uma superfície total aproximada de 170 Km². A barreira arenosa, que separa a laguna do mar, prolonga-se para além dos limites internos da bacia, estendendo-se entre espinho e cabo Mondego, interrompida por uma única barra que escoo o prisma de maré, aberta artificialmente em 1808.

O clima da região apresenta contrastes tipicamente mediterrânicos, com concentração de chuvas no Inverno e acentuada secura estival. A precipitação média anual ronda os 1420 mm, na bacia hidrográfica que envolve a laguna. A temperatura média anual varia entre os 12 e os 14 °C, não ultrapassando os 22 °C no mês mais quente.

O conjunto de bacias hidrográficas que drenam para a Ria ocupa uma área de 3109 Km² e debita anualmente um caudal de 2 Km³, do qual aproximadamente três quartos é canalizado pelo rio Vouga. O quarto restante é distribuído assimetricamente pelas restantes linhas de água, entre as quais as ribeiras que drenam para o Canal de Ovar e o rio Antuã.

As diferentes actividades humanas na borda lagunar (portuária, indústria, agricultura, lazer e turismo), pese embora o seu valor económico, têm sempre aspectos negativos associados a erros de ordenamento do território ou a projectos sobredimensionados ou de interesse questionável, cuja principal consequência é a redução da área de habitat disponível. Conjuntamente com o problema da poluição das águas e a ocorrência de alguma caça ilegal, o património natural da Ria de Aveiro fica seriamente ameaçado.

Numa perspectiva de conservação, o problema não se coloca em termos de perda de habitat resultante da construção de uma estrutura, mas sim do efeito cumulativo de várias estruturas.

Deste modo a conservação da Ria de Aveiro passa pela definição de um plano de ordenamento, que compatibilize as actividades humanas tradicionais, o desenvolvimento económico da região e os valores naturais, de forma a aumentar a qualidade de vida das populações ribeirinhas e a evitar perdas irremediáveis do património biológico, etnográfico e histórico da laguna.

A agricultura é uma actividade de longa data em que o fertilizante utilizado tradicionalmente era o moliço, recolhido da própria laguna por meio dos chamados “barcos moliceiros”.

Aplicando este método, as áreas agrícolas das Gafanhas, inicialmente arenosas, tornaram-se produtivas. Esta faina, a apanha do moliço, está actualmente abandonada. A razão principal deste abandono está no aparecimento dos adubos químicos de mais fácil obtenção e aplicação.

A utilização dos adubos químicos, com abandono de fertilizantes naturais, trouxe algumas consequências:

- A não recolha do moliço origina o fenómeno de eutrofização das águas que consiste no seu empobrecimento em oxigénio uma vez que é consumido pelas algas;
- A não recolha do moliço origina o assoreamento da laguna e consequente perda de

navegabilidade dos diferentes canais;

- A presença dos campos agrícolas altera zonas de habitat natural de algumas espécies de flora e fauna selvagens.

Da análise efectuada no decorrer deste estudo apontam-se como principais problemas da Ria de Aveiro a contaminação por mercúrio, metais pesados e microbiológica. Estes problemas são consequências das actividades exercidas na área envolvente à laguna que provocam prejuízos económicos uma vez que usos potenciais são afectados.

Para que estes prejuízos sejam minorados será necessária a implementação de um conjunto de medidas, no âmbito de uma gestão ambiental integrada. Contudo, esta só surtirá os efeitos esperados caso ocorra um controlo da implementação e exista fiscalização adequada.

Da análise infere-se, ainda, que a pecuária é a actividade que mais influencia a Ria de Aveiro em termos de cargas afluentes, nomeadamente de N, P e coliformes fecais.

A existência de metais pesados na laguna é preocupante devido às suas elevadas concentrações, na água e no sedimento. Há que ter em conta a bioacumulação.

Tendo em conta a evolução da situação da ria de Aveiro e da zona envolvente, salvaguardando um ou outro aspecto positivo, não se vislumbra a sua recuperação, em virtude dos seguintes aspectos:

- Aumento da pressão demográfica e urbanística. A população total da região em estudo tem vindo a aumentar. Este aumento de população levou ao aumento de áreas construídas que muitas vezes levam à destruição das dunas. De floresta e de terrenos com potencial agrícola.
- A faixa costeira da Ria de Aveiro continua a ser uma das mais afectadas pelas pressões urbanística e turística, agravando a sua erosão e diminuindo a sua resistência ao avanço do mar, com perda da biodiversidade e do próprio interesse turístico. A situação agrava-se com a diminuição da deposição de sedimentos arrastados pela deriva litoral. São excepção as situações em que as areias dragadas ou recolhidas em S. Jacinto são destinadas ao reforço da faixa costeira. O seu destino continua a ser o negócio da construção civil e obras públicas.
- Actividades tradicionais da Ria de Aveiro, consideradas de grande importância para o próprio ecossistema e de interesse cultural (extracção de sal e apanha de moliço) correm o risco de desaparecer completamente.
- A poluição por descarga de efluentes líquidos (industriais, domésticos e agro – pecuários) continua sendo uma das principais agressões à Ria. Apesar da redução de alguma indústria química e do maior cuidado relativo ao tratamento de efluentes, a contaminação de origem industrial está longe de acabar. Por outro lado, a contaminação por metais pesados, com destaque para o mercúrio, é de difícil reversão nos locais onde se verificou maior incidência.

Relativamente aos efluentes domésticos, destaca-se a importância da criação do sistema Multimunicipal de Recolha, Tratamento e Rejeição de Efluentes Líquidos da Ria de Aveiro, a cargo da SIMRIA, que deverá interceptar, tratar e lançar para o mar todos os efluentes da região envolvente da laguna. Este sistema é constituído por quatro interceptores e emissários, três

estações de tratamento de águas residuais (ETAR) e um exutor submarino que descarrega no mar os efluentes já tratados.

Os esgotos da rede pública irão receber os esgotos das empresas do Complexo químico de Estarreja.

Águeda, Albergaria-a-Velha, Espinho, Ílhavo, Estarreja, Mira, Murtosa, Oliveira de Bairro, Ovar, Santa Maria da Feira são as Autarquias que despejam efluentes na Ria de Aveiro.

- Para além das acções de Ordenamento do território em cada município, foi elaborado um Plano de Ordenamentos da Orla Costeira do Centro, o qual, no que concerne à nossa região, não contemplou medidas eficazes para a defesa e valorização da ria e áreas envolventes. Actualmente, está em elaboração, no âmbito da Associação de Municípios da Ria, um Plano Intermunicipal de Ordenamento da Ria. Continua por implementar o Plano Nacional da Água e o Plano de Bacia Hidrográfica do rio Vouga, no qual a Ria se insere.

- Existe, na região de Aveiro, a necessidade da gestão integrada da Ria, dado que, a situação que existe hoje é praticamente idêntica à existente há quinze anos atrás.

- Existem outras “ameaças” as quais não foram desenvolvidas nesta dissertação que, no futuro, poderão trazer mais prejuízos para a laguna. É o caso da Marina da Barra que consiste numa operação imobiliária no próprio leito da Ria e, a concretizar-se, poderá mexer com a complexa estrutura hidrodinâmica da Ria, com consequências difíceis de prever.

Para finalizar convém referir que a Ria de Aveiro não está totalmente perdida enquanto ecossistema a defender e a valorizar. É possível defender, recuperar e valorizar algumas áreas e actividades hoje degradadas ou em declínio, rejeitando as teses de irreversibilidade da actual situação da produção de sal e da pesca artesanal.

A Ria continua a necessitar de medidas de fundo que respondam a outras áreas/problema. No plano de conhecimento sobre a realidade da laguna a situação alterou-se profundamente, nos últimos anos, para melhor, estando hoje facilmente disponíveis muita informação e elementos de análise.

CAPÍTULO 8

Referências Bibliográficas

8- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ângelo, C.; Bettencourt, P. – *“Faixa do Centro Oeste (Espinho – Nazaré): Enquadramento Geomorfológico e Evolução Recente”*. Geonovas: Revista da Associação Portuguesa de Geólogos – Especial Nº 1, 1992; pp. 103 – 108.

Azevedo, M.T.M. – *“Implicações Ambientais da Exploração de Areias e Argilas na Península Ibérica de Setúbal”*. Geonovas: : Revista da Associação Portuguesa de Geólogos – A Geologia e o Ambiente, pp. 99 – 101.

Arruda, L.M.; Andrade, J.P.; Cunha M.M. – *“Abundance, Diversity and Community Structure of the Fish Population in the Ria de Aveiro”*. In Oceano. Acta, 11, 3, 1988. pp. 230-150.

Arruda, Luís Modesto – *“Perspectivas para o policultivo intensivo de algumas espécies ictiológicas na Ria de Aveiro”*. Comunicação apresentada ao seminário de Aquacultura, Faro, 18-20, 1899.

Borrego, C., Ré, M. Cruz, M.M.; Matos, M.R.; Adrian, M.C. – *“Ria de Aveiro: Que Futuro?”*. Ministério do Planeamento e da Administração do Território – Comissão de Coordenação da Região Centro, 1991.

Carrabau, Maria Emília M.; Flora da Reserva Natural das Dunas de S. Jacinto, Ciência Viva, 2002 (Obra não publicada).

Costa, C.N. – *“Impacte ambiental das Pedreiras: Prevenção e Controlo”*. Geonovas: Revista da Associação Portuguesa de Geólogos – Especial nº 1, 1992; pp. 103 – 108.

Cunha, L.V.; Correia, M.L.; Gonçalves, A.S.; Figueiredo, V. A. – *“Fundamentos de uma nova política de gestão das águas em Portugal”*, 1974.

Cunha, S. da Rocha – *“Relance da história económica de Aveiro: soluções para o problema marítimo a partir do séc. XVII”*. Aveiro, Tip. “A Lusitana”, 1959, 34 p.

Cruz, M.M.; Silva, P.; Borrego, C. – *“Algumas estratégias para a Área Territorial da Ria de Aveiro”* (Nota Técnica). Gabinete da Ria de Aveiro.

Delgado, H; Gomes – *“Clay Minerals and Haevy Metals in the Aveiro Lagoon”*. Geociências, revista da universidade de Aveiro. Aveiro, 1992; Volume 7, Fasc. (1 – 2); pp. 89 – 93.

Dias, J.M.A. – *“A evolução do Actual Litoral Português”*. Geonovas, Revista da Associação

Portuguesa de geólogos – nº 11, 1990; pp. 15 – 27.

Dias, J.M.A. e tal. – “*Evolução da linha de costa, em Portugal, desde o último máximo glaciário até à actualidade: síntese dos conhecimentos, Estudos do Quaternário*”, APEQ, Lisboa, p. 53-66.

Girão, A. de A. – “*Bacia do Vouga (Estudo Geográfico)*”. Imprensa da Universidade – Coimbra, 1922, 190 p.

Gomes, C.F. – “*Argilas: Aplicações Industriais*”. Edição do Autor. Empresa de Artes Gráficas O Liberal, Câmara de Lobos, 337 p.

Gomes, C.F. – “*Argilas: o que são e para que servem*”. Fundação Calouste Gulbenkian. Dezembro, 1998; Cap. XVII, XVIII, XXI, e XXIII.

Gomes, C.F. – “*Conhecer o Passado e o Presente da Ria de Aveiro para Perspectivar o Futuro*”. Departamento de Geociências, Universidade de Aveiro. Aveiro, 1992.

Gomes, L.M.F. – “*Zonamento Geotécnico da Área Urbana e Suburbana de Aveiro*”. Vol. I; Universidade de Aveiro, 1992; pp. 18 – 27.

Granja, H.M. – “*Zona Costeira: Evolução e Ordenamento*”. Genovas: Revista da Associação Portuguesa de Geólogos – Especial nº 1, 1992; pp. 57-63.

Hall, A; Duarte, A. – “*Aquacultura na Ria de Aveiro*” – *Importância da Qualidade das águas*. In Pesca e Navegação, 1984; pp. 8-13.

Hall, A. – “*Poluição da Ria de Aveiro*” Jornadas da ria de Aveiro, C.M.A., Aveiro, 1985; pp. 15 – 22.

Hall, A. Et al – “*Presença de mercúrio nos Sedimentos da ria de Aveiro*”. Jornadas da ria de Aveiro, C.M.A.; pp. 103 – 125. Aveiro.

Leitão, A. do N. – “*Aveiro e a sua Laguna*”. Sá da Costa – Lisboa, 2ª Edição, 1944, 225 p.

Lopes, Agostinho Simões – “*O Problema do moliço na Ria de Aveiro*”, in Aveiro e o seu Distrito, nº 5; Aveiro, 1968.

Moreira, J.C.B. – “*Cerâmica e Vidro – Matérias-Primas Não Metálicas para o Abastecimento da Indústria Cerâmica*”. Geonovas: Revista da associação portuguesa de Geólogos – Especial Nº 2 (Seminário de Recursos Não Metálicos). Lisboa, 1991: pp. 2 – 10.

Moreira, J.C.B. – “*Substâncias Minerais Não Metálicas do distrito de Aveiro. Contribuição para o conhecimento das suas Indústrias extractivas*”. Separata do Vol. XXIII, Fascs. 1 – 2, de “Estudos, Notas e Trabalhos” do serviço de Fomento Mineiro, Porto.

Moreirinhas, M.L.F. “*Solidariedade e sobrevivência na Ria de Aveiro*”. Edição patrocinada pela C.M.M.. Murtosa, 1998

Pereira, V.B. – *Recursos Naturais em Areias: Panorâmica Actual e Perspectivas Futuras*. Geonovas: : Revista da Associação Portuguesa de Geólogos – Especial Nº 2 (Seminário de Recursos Não Metálicos). Lisboa, 1991; pp. 46 – 59.

Rebelo, J.E.; Pombo, L. – “*Os peixes da Ria de Aveiro – Diversidade, Ecologia, Distribuição*”. C.M.A. Aveiro, 2002.

Regalla, Francisco Augusto da Fonseca – “*A Ria de Aveiro e as suas Indústrias*”, Imprensa Nacional. Lisboa, 1889.

Reis, A. – “*Área de Paisagem Protegida da Foz do Cáster*”. Uma ICN no ICN. C.M.M. Ovar, 1998

Rocha, F.J.F- “*Contribuição da Mineralogia das Argilas para o Conhecimento da geologia de Sub-superfície da Região da Ria de Aveiro*”. Departamento de Geociências. Universidade de Aveiro. Aveiro, 1989.

Romão, M. L. – “*Indústria Extractiva de Matérias Primas Minerais Não Metálicas*”. Geonovas: Revista da Associação Portuguesa de Geólogos – Especial Nº 2 (seminário de Recursos Não Metálicos). Lisboa, 1991.

Santos, M.E.M.; Domingues, R.M.A. – “*Geologia da Região da Laguna de Aveiro e Problemas Ambientais*”. Obra não Publicada.

Silva, J.J.F. – “*Aspectos do ambiente Natural da Ria de Aveiro*”, in Boletim da ADERAV, nº 2, Maio/Junho. Aveiro, 1985.

Silva, J.J.F., “*Circulação da Água na Ria de Aveiro – Contribuição para o estudo da qualidade da água*”. Universidade de Aveiro. Aveiro, 1994.

Teixeira, S.L. – “*Dinâmica morfossedimentar da Ria de Aveiro*” – Universidade de Lisboa, Lisboa,

1994.

Vale, C – *“Incorporação – Libertação de Poluentes em Sedimentos”*. Geonovas: Revista da Associação de Geólogos – A Geologia e o ambiente – Especial Nº 1, Lisboa, 1992; pp. 159 – 166.

Vilar, J. – *“Murtosa”*- in Aveiro e o seu Distrito, 12, Aveiro, 1971, pp.15 -18.

Jornadas da Ria de Aveiro – Volumes I (Poluição da Ria de Aveiro), Volume II (Recursos da Ria de Aveiro) e Volume III (Ordenamento da Ria de Aveiro), Aveiro, 1985.